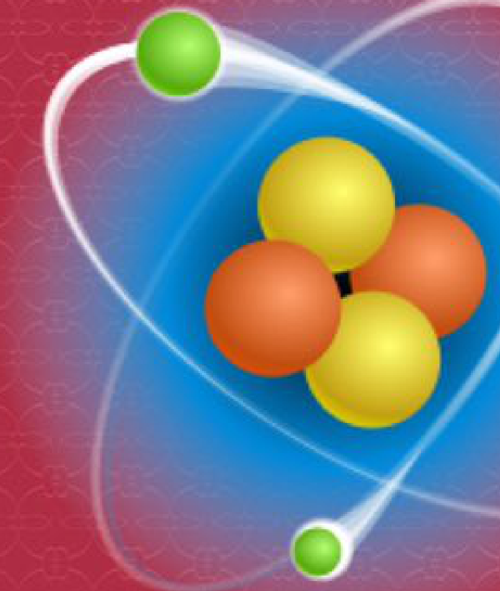
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

# الكيمياء

## للسادس الأحيائي

## الفصل الأول : الثرموداينمك



إعداد الأستاذ
**حيدر يحيى علوان**

FIND OUT MORE

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس
يمكنكم متابعتنا على مواقع التواصل الأجتماعي

رحلة التفوق في السادس
@rt_edu

# الكيمياء الحرارية

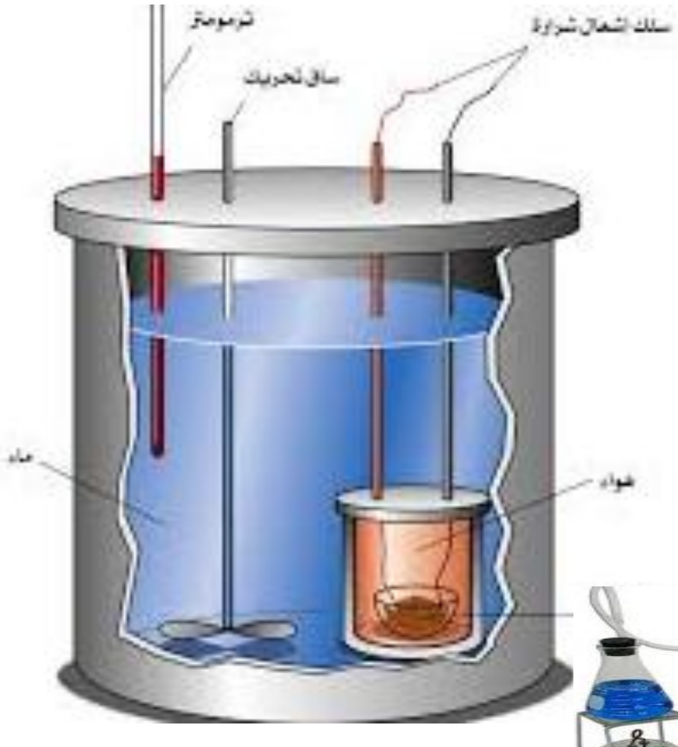
# 1

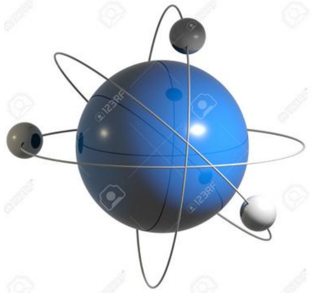
## الفصل الاول

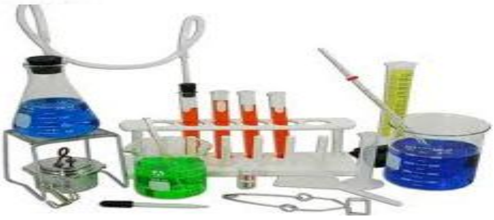
## كيمياء السادس العلمي

اعداد المدرس

**حيدر يحيى علوان**


ثرموميتر
ساق تحريك
سلك اشعال شرارة
ماء
غذاء





erlenmeyer
bécher
ballon à fond rond
pissette
bouteille

تصميم وتنضيد الطباعة مهند يحيى علوان م :-(٠٧٧٠٧٣١٩٣٧٧) و(٠٧٨٠١٤٠٦٧٠٢)

# بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

**انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ و تعليمهُ))**

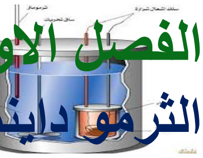
تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت أملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

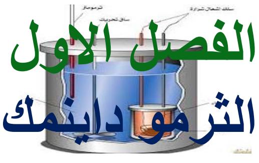
**كادر شبكة رحلة التفوق في السادس**

٢٠١٥/٨/٢١



# فهرست الفصل الأول

| الرقم | المحتويات | الرقم | المحتويات |
|---|---|---|---|
| 0 | كفر الفص الأول | 36 | سؤال خارجي |
| 1 | فهرست الفصل الأول | 37 | تطبيقات معادلة كبس |
| 2 | نصيب الفصل الأول من الأسئلة الوزارية | 38 | أسئلة خارجية لكبس |
| 3 | مقدمة علم الثرنوداينمك | 39 | حسابات $\Delta S_r^0$ |
| 4 | تعريف الطاقة ومصطلحات الثرموداينمك | 40 | حل تمرين (14) و (13) |
| 5 | أنواع الأنظمة : مفتوح – مغلق – معزول | 41 | حساب انتروبي التغيرات الفزيائية |
| 6 | العلاقة الخاصة بين كمية الحرارة ودرجتها | 42 | علاقة تروتن حل مثال (13) وتمرين (15) |
| 7 | تمرين (1) وسؤال (10) | 43 | مختصر للقوانين الفصل الأول |
| 8 | مفهوم حرارة التفاعل (الانثالبي) | 44 | مختصر للعمليات التلقائية ومفهوم كبس |
| 9 | مفهوم الكيمياء الحرارية الباعثة والماصة | 45 | حل أسئلة الفصل الأول سؤال (11-9-8) |
| 10 | جهاز المسعر وحل مثال (2) | 46 | حل سؤال (12-13-14-15) |
| 11 | حل تمرين (2) | 47 | سؤال (16) |
| 12 | حل سؤال (17) | 48 | سؤال (19-20) |
| 13 | معادلات الكيمياء الحرارية | 49 | سؤال (22-23) |
| 14 | أنواع الانثالبي | 50 | سؤال (24) |
| 15 | حل مثال (4) حل تمرين (3) (4) (5) | 51 | سؤال (25-27-28) |
| 16 | انثالبي الاحتراق تمرين (6) | 52 | سؤال (29-30-31) |
| 17 | بعض تفاعلات الاحتراق واسئلة واجب | 53 | سؤال (32-34-35) |
| 18 | انثالبي التفكك وانثالبي التغيرات الفيزيائية | 54 | سؤال (36) |
| 19 | حل مثال (6) وحل تمرين (7) | 55 | سؤال (37) |
| 20 | حساب $\Delta H_r^0$ بطريقة قانون هيس | 56 | سؤال (38) |
| 21 | حل مثال (7) | 57 | تكملة سؤال (38) |
| 22 | حل تمرين (8) | 58 | بعض التعاريف المهمة |
| 23 | حل سؤال (21) | 59 | بعض التعاليل المهمة |
| 24 | حساب $\Delta H_r^0$ باستخدام قيم انثالبي التكوين | 60 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 25 | مثال (8) مع حل سؤال وزاري ٢٠١٣ – ١ | 61 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 26 | حل سؤال (26) | 62 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 27 | حل تمرين (9) مع سؤال خارجي | 63 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 28 | سؤال خارجي مع سؤال واجب | 64 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 29 | العمليات التلقائية | 65 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 30 | التغير في الانتروبي $\Delta S$ | 66 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 31 | بعض الأسئلة في مفهوم الانتروبي | 67 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 32 | مخطط لتغير $\Delta S$ و $\Delta H$ | 68 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 33 | بعض الأمثلة الخاصة في الانتروبي | 69 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 34 | حل سؤال (11) و (33) | 70 | أسئلة اثرائية ممكن ان ترد خارجي |
| 35 | طاقة كبس الحرة $\Delta G$ | 71 | تعاليل ومسائل واجب |



# نصيب الفصل الأول في الامتحانات الوزارية للسنوات السابقة

## 1-للعام الدراسي 2012 -2013 الدور الأول

| نوع السؤال | الدرجة |
|---|---|
| عرف النظام المغلق | 5 درجات |
| مسئلة المسعر حرق الهيدرازين | 10 درجات |
| مسئلة حساب $\Delta H_f^0$ لغاز CO من $\Delta H_r^0$ للتفاعل | 10 درجات |
| علل لا يتحلل الماء ......... علاقة كبس | 5 درجات |
| المجموع | 30 درجة |

مجموع الدرجات = 155 درجة الفصل % = $\frac{30}{155} \times 100 = 19.35$%

## 2-للعام الدراسي 2013 -2014 الدور الأول

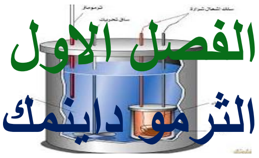
| نوع السؤال | الدرجة |
|---|---|
| عرف الحرارة النوعية | 2 درجة |
| مسئلة لحساب $\Delta H^0_{f\ (Al_2O_3)}$ و $\Delta H^0_{C\ (Al)}$ | 10 درجات |
| فراغ ان قيمة $\Delta S$ لتبخر الماء من $\Delta H^0_{Vap}$........ | 5 درجات |
| علل عملية انجماد الماء .....علاقة كبس | 5 درجات |
| المجموع | 22 درجة |

مجموع الدرجات = 142 درجة الفصل % = $\frac{22}{142} \times 100 = 15.5$%

## 3-للعام الدراسي 2014 -2015 الدور الأول

| نوع السؤال | الدرجة |
|---|---|
| علل انصهار الجليد تلقائي في ضوء علاقة كبس | 5 درجة |
| مسئلة المسعر حرق الكلوكوز مثال في الفصل | 10 درجات |
| مسئلة حساب $\Delta G_r^0$ من $\Delta H_f^0$ و $\Delta S^0$ علاقة كبس | 10 درجات |
| المجموع | 25 درجة |

مجموع الدرجات = 145 درجة الفصل % = $\frac{25}{145} \times 100 = 17.25$%



# الثرموداينمك

**الثرموداينمك :-** هو العلم الذي يهتم بدراسة الطاقة الحرارية وتحولاتها حيث يختص بتحويل اكبر قدر ممكن من الطاقة الناتجة من احتراق الوقود الى انواع أخرى من الطاقات مثل الطاقة الميكانيكية للاستفادة منها في عمل المحركات

## يفسر علم الثرموداينمك كل من :-

عدد

أ ـ سبب حدوث التفاعلات الكيميائية
ب ـ التنبؤ بحدوث تغيرات الكيميائية والفيزيائية
جـ ـ سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية
د ـ حدوث بعض التفاعلات تلقائيا وأخرى لا تحصل تلقائيا حيث

لا يهتم علم الثرموداينمك بزمن حدوث التفاعل

## يمكن تقسيم الطاقة بشكل عام الى قسمين :-

قارن

### 1 ـ الطاقة الكامنة / Potential Enery

وتشمل الطاقة الكيميائية المخزونة في جميع أنواع المواد وجميع أنواع الوقود

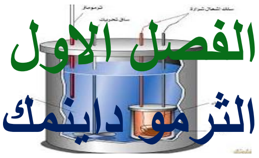
### 2 ـ الطاقة الحركية / Kinetic Enery

وتشمل طاقة جميع الأجسام المتحركة مثل الجزيئات والماء المتحرك وكذلك السيارات والطائرات والصواريخ فمثلا تتحول الطاقة الكامنة في الماء إلى طاقة حركية إذا تم حركة الماء من أعلى الشلالات إلى أسفله حيث إن هذه الطاقة تدوُر المحرك لتوليد الطاقة الكهربائية

عرف

## قانون علم الثرموداينمك الأول :-

الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم ولكن يمكن تحويلها من شكل لأخر



## تعريف الطاقة :-

هي مقدار الشغل المنجز ، وهي احدى صفات المادة التي تحدد حالتها ونشاطها وقدرتها على احداث تغيرات في النظام والوسط المحيط

## وحدات الطاقة

إن الوحدات المستخدمة للتعبير عن الطاقة حسب النظام الدولي للوحدات هي (الجول) ورمزه (J) وعبر عنة

$$1\ J = 1\ Kg.m^2/S^2$$

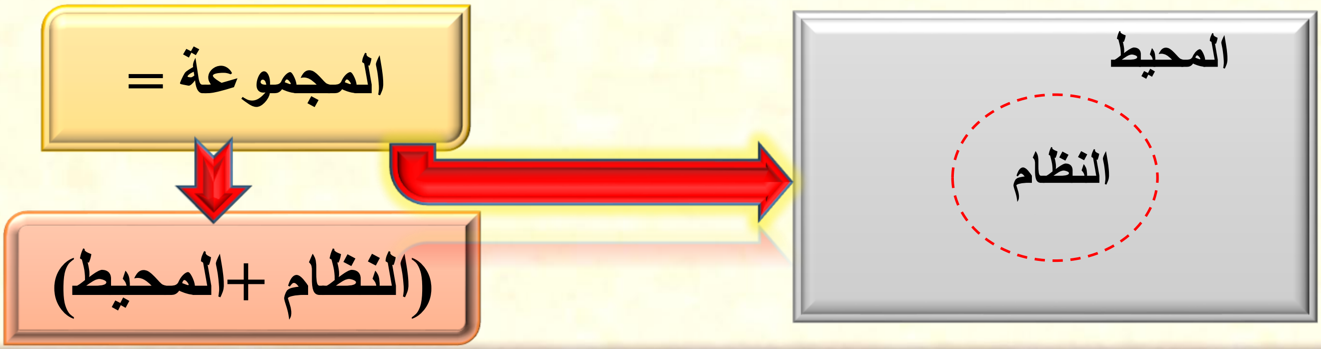
**الطاقة الحركية (KE)** تساوي حاصل ضرب نصف الكتلة في مربع السرعة

$$KE = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

## مصطلحات الثرمودواينمك :-

- **النظام** System :- النظام الثرموداينمكي هو ذالك الجزء من الكون الذي نهتم بدراسته ويتكون من المادة أو المواد المشتركة في حدوث تفاعل كيميائي او تغير فيزيائي .
- **المحيط** Surrounding:- كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه من التغيرات الفيزيائية او الكيميائية
- **المجموعة** :- يطلق على النظام والمحيط بالمجموعة

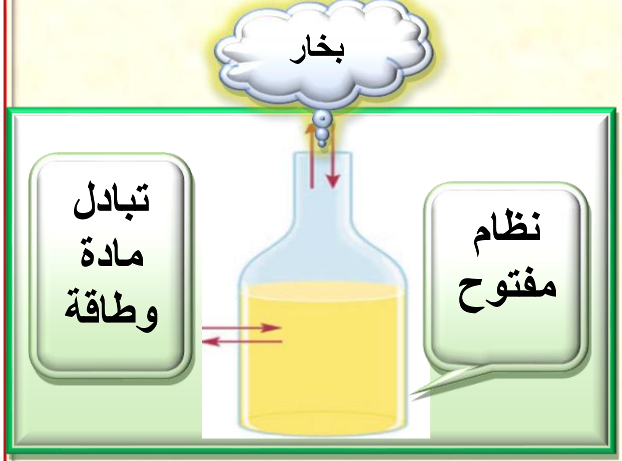
تصلح النقاط أعلاه تصلح تعاريف



## • يقسم النظام إلى ثلاثة أنواع :-

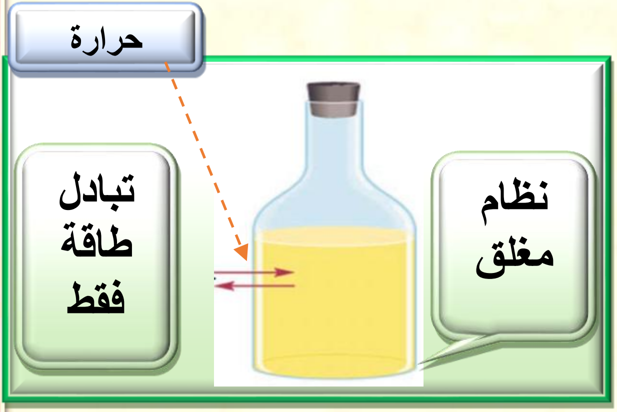
### 1- النظام المفتوح Open System

يسمى النظام مفتوحاً إذا كانت الحدود بين النظام والمحيط تسمح بتبادل مادة النظام وطاقته مثال على ذالك / إناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي



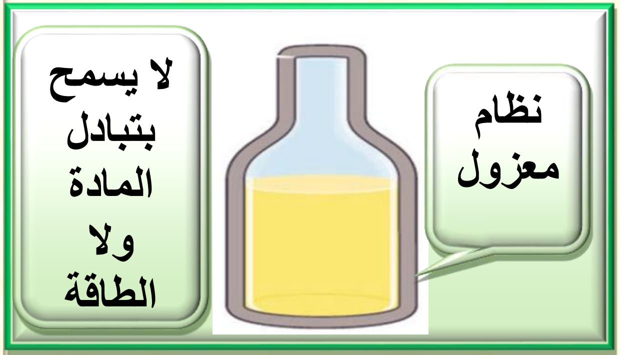
### 2- النظام المغلق Close System

يكون النظام مغلقا اذا كانت حدود النظام تسمح بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتغير مادة النظام مثال على ذالك / إناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي



### 3- النظام المعزول Isolated System

يعرف النظام المعزول بان حدوده لا تسمح بتبادل الطاقة ولا المادة
مثال على ذلك / الثرموس



**ملاحظة :-** يطلق على التغيرات الفيزيائية للنظام مثل الحجم والضغط والحرارة بخواص النظام

**الحرارة (Heat):-** وهي انتقال الطاقة الحرارية بين جسمين درجة حرارتهما مختلفة . أي من جسم اعلى درجة حرارة الى جسم اقل درجة حرارة

**درجة الحرارة :-** وهي مقياس للطاقة الحرارية حيث تتناسب الحرارة المفقودة او المكتسبة لجسم ما طرديا مع التغير في درجة الحرارة حيث يرمز للتغير في درجة الحرارة بـ $(\Delta T)$

تناسب طردي

$q$ الحرارة $\propto$ مقدار التغير $\Delta T$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

النهائية الابتدائية

استبدال التناسب بـ = ثابت

حيث يمكن التعبير عن كمية الحرارة (q)

وعلاقتها الطردية مع التغير في درجة الحرارة بالعلاقة اعلاه

$$q = \boxed{\text{ثابت}}\ \Delta T$$

**تعريف**

الثابت هو السعة الحرارية ويرمز له بـ (C) :- وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتله مقدره بالغرام m(g) من أي مادة درجة سليزية واحدة

$$q = C * \Delta T$$

**تعريف**

ترتبط السعة الحرارية بالحرارة النوعية Specific Heat ويرمز لها بـ $(\varsigma)$ :- وهي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتله غرام واحد (1 g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة

$$C = \varsigma \times m \Rightarrow \boxed{q = \varsigma \times m \times \Delta T}$$

**مثال 1-1**

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من $5C^o$ إلى $95C^0$ ؟ علما ان الحرارة النوعية للحديد $0.45C^0 J / g.c^0$

**الحل**

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 95 - 5 \Rightarrow 90\ c^0$$

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

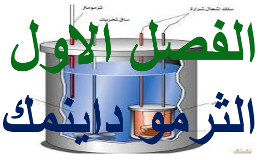
$$q = 0.45\ J/\cancel{g}.\cancel{c^0} \times 870\ \cancel{g} \times 90\ \cancel{c^0}$$

$$q = 45 \times 87 \times 9$$

$$q = 35235\ J \Rightarrow q = \frac{35235}{1000}$$

والحرارة المستهلكة من تسخين قطعة حديد بوحدة KJ تكون كالاتي

$$q = 35.235\ kJ \simeq 35.2\ kJ$$



**تمرين 1-1**

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنسيوم كتلتها 10 g من $25C^0$ الى $45C^0$ مع اكتساب حرارة مقدارها 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم

**الحل**

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 45 - 25$$

$$\Delta T = 20\overset{0}{C}$$

نجد الحرارة النوعية ( $\varsigma$ ) لقطعة المغنيسيوم باستخدام العلاقة التالية

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$\therefore \varsigma = \frac{q}{m \times \Delta T}$$

$$\varsigma = \frac{205}{10 \times 20} \Rightarrow \frac{205}{200}$$

$$\varsigma = 1.025 \quad (J/g.c) \simeq 1.03 \quad (J/g.c)$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال 1-10**

قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من $21\ C^0$ الى $124\ C^0$ احسب كمية الحرارة بوحدات الكليو جول اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس $0.39 \quad J/g.C^0$

**الحل**

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 124 - 21$$

$$\Delta T = 103\ C^0$$

$$q = \varsigma_{J/\cancel{g}.\cancel{C^0}} \times m_{\cancel{g}} \times \Delta T_{\cancel{C^0}}$$

$$q = 0.39 \times 6 \times 103$$

$$q = 241.02\ J \Rightarrow q \simeq 241\ J$$

ولتحويل الوحدات من J الى KJ

$$q = \frac{241}{1000}$$

$$q = 0.241\ KJ$$

# حرارة التفاعل (الأنثالبي)

وهو مقدار التغير في حرارة التفاعل عند ضغط ثابت ويرمز له بـ ( ΔH ) والتي تساوي بالضبط حراة التفاعل عند ضغط ثابت

الانثالبية
حرارة التفاعل

$$\Delta H = q_P$$

مقاسة تحت ضغط ثابت

$$\Delta H r$$

تعني حرارة التفاعل
reaction

رحلة التفوق في السادس

❖ $\Delta Hr$ < صفر تكون سالبة أي باعثة للحرارة

❖ $\Delta Hr$ > صفر تكون موجبة أي ماصة للحرارة

$$\Delta Hr = \Delta H_{\boxed{P}} - \Delta H_{\boxed{r}}$$

متفاعلات
نواتج

**دالة الحالة** :- وهي تلك الخاصية او الكمية التي تتعمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي تم من خله هذا التغير

**الخواص العامة** :- تقسم الخواص العامة إلى نوعين :-

1 - **الخواص الشاملة** :- تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل كتله \ حجم \ السعة الحرارية \ طاقة حرة

2 – **الخواص المركزة** :- وتشمل جميع الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثل الضغط والكثافة والحرارة النوعية

**ملاحظة** :- الانثالبي Δ H تعتبر دالة الحالة وهي خاصية شاملة لأنها تعتمد على كمية المادة

## Thermochemistry الكيمياء الحرارية

فرع من فروع علم الثرموداينمك يهتم بدراسة التغيرات الحرارية التي ترافق التفاعلات الكيميائية علما ان التفاعل الكيميائي عبارة عن تكسر الاواصر التي تربط بين الذرات المتفاعلة لتكوين اواصر جديدة للمواد الناتجة

**الكيمياء الحرارية :-** تقوم بدراسة الحرارة الممتصة والحرارة المنبعثة نتيجة التغيرات الفيزيائية والتفاعلات الكيميائية

**باعث للحرارة لان الطاقة بالناتج**

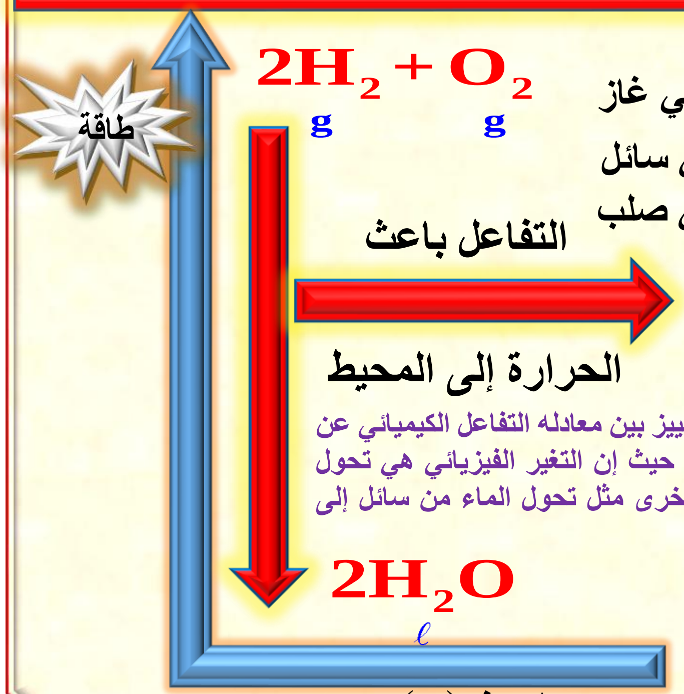
تفاعل كيميائي $\underset{g}{2H_2} + \underset{g}{O_2} \rightarrow \underset{\ell}{2H_2O} + \text{Energy}$

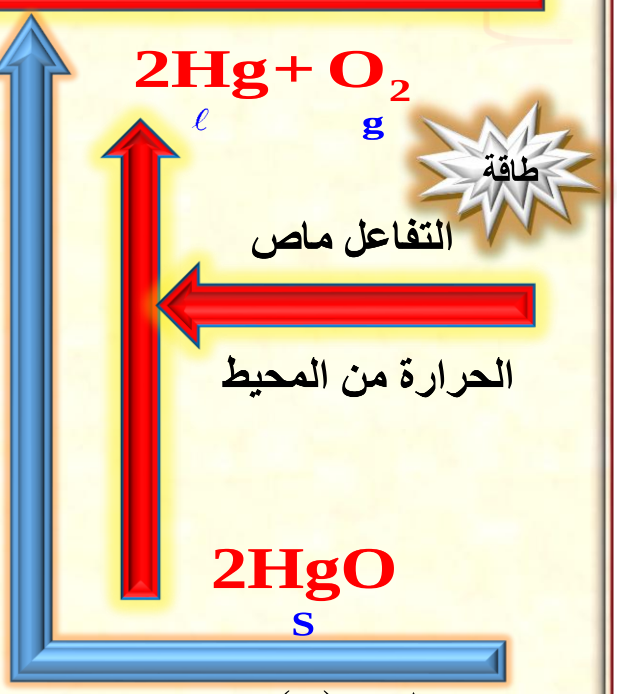
تغير فيزيائي $\underset{g}{2H_2O} \rightarrow \underset{\ell}{H_2O} + \text{Energy}$

**ماص للحرارة لان الطاقة بالمتفاعلات**

تفاعل كيميائي $\underset{s}{2HgO} + \text{Energy} \rightarrow \underset{\ell}{2Hg} + \underset{g}{O_2}$

تغير فيزيائي $\underset{s}{H_2O} + \text{Energy} \rightarrow \underset{\ell}{H_2O}$


طاقة
$\underset{g}{2H_2} + \underset{g}{O_2}$
التفاعل باعث
الحرارة إلى المحيط
$\underset{\ell}{2H_2O}$


$\underset{\ell}{2Hg} + \underset{g}{O_2}$
طاقة
التفاعل ماص
الحرارة من المحيط
$\underset{s}{2HgO}$

1 – g يعني غاز
2- ℓ يعني سائل
3- S يعني صلب

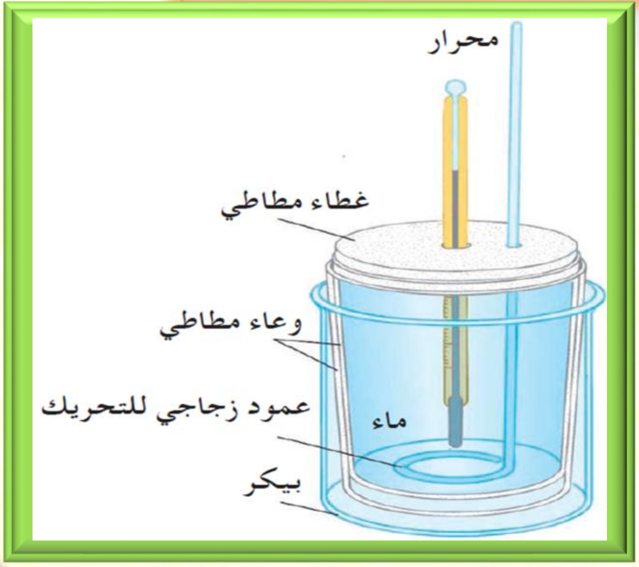
يجب معرفة التمييز بين معادله التفاعل الكيميائي عن التغير الفيزيائي حيث إن التغير الفيزيائي هي تحول مادة من حالة أخرى مثل تحول الماء من سائل إلى غاز أو بالعكس

باعث $(-)$ $\Delta H \prec 0$

ماص $(+)$ $\Delta H \succ 0$

# قياس انثالبي التفاعل (جهاز المسعر)

**المسعر (Calorimeter)** هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل) ممتصة او منبعثة في التفاعلات الكيميائية عند ثبوت الضغط حيث يتكون من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروفة الكتلة) موجودة في وعاء معزول عزلا جيدا كما في الشكل التالي وبما ان الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من الزيادة في درجة الحرارة اذا كانت السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته معروفة



## مثال 2-1

باستخدام المسعر وضعت 3g من مركب الكلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$ الكتلة المولية للكلوكوز (180 g/ mole) في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الأوكسجين . وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملء بكمية 1200 g من الماء ( الحرارة النوعية للماء $4.2\ J / g\ .\ ^0C$ ) درجة الحرارة الابتدائية $21\ C^0$ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة وجد أن التفاعل رفع درجة حرارة المسعر ومحتوياته إلى $25.5\ ^0C$ ، احسب كمية الحرارة المنبعثة نتيجة احتراق 1 mole من الكلوكوز . على فرض أن السعة الحرارية للمسعر مهملة .

## الحل

$$n_{C_6H_{12}O_6} = \frac{m}{M} = \frac{3}{180} = 0.017\ mol$$

$$q_P = ς \times m \times \Delta T$$

$$q_P = 4.2 \times 1200 \times 4.5$$

$$q_P = 42 \times 540 \Rightarrow q_P = -\ 22680\ J$$

$$\Delta H = \frac{-\ 22680}{0.017} \Rightarrow \Delta H = \ -\ 1334000\ J/mol$$

$$\Delta H = \frac{-\ 1334000}{1000} \Rightarrow -\ 1334\ KJ/mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

## تمرين 1-2

**وزاري ٢٠١٣ الدور الأول**

تم حرق 3 g من مركب الهيدرازين $N_2H_4$ كتلته المولية 32 g/mole في مسعر مفتوح يحتوي على 1000 g من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2 J/g.c^0$) فان درجة الحرارة ترتفع من $24.6\ c^0$ الى $28.2\ c^0$ احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق (1 mole) من الهدرازين بوحدة (KJ/mole) على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة

## الحل

### ملاحظات

1 – في هذا النوع من الأسئلة إذا كانت المادة في داخل مسعر فان غرامات الماء الموجودة في المسعر هي تدخل في حسابات كمية الحرارة

2 – يجب الانتباه على صيغة السؤال حيث إذا وردت عبارة (الحرارة المتحررة) توضع إشارة سالبة على كمية الحرارة

3 – نحسب كمية الحرارة لعدد المولات في صيغة السؤال

$$n = \frac{3\ \ g}{32\ \ g/mole}$$

ثم نحولها إلى 1 mole حسب المطلوب بالعلاقة التالية

$$\begin{array}{cc} -15120 & 3/32 = \boxed{0.094} \\ q & \boxed{1}\ mol \end{array}$$

4 – ثم نحول وحدات كمية الحرارة إلى الكليو جول بالقسمة على 1000

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 28.2 - 24.6$$

$$\Delta T = 3.6\ c^0$$

$$q = 4\cancel{,}2 \times 100\cancel{0} \times 3\cancel{,}6$$

$$q = 42 \times 10 \times 36$$

$$q = -15120\ \ J$$

لأنها حرارة منبعثة لذلك تكون سالبة

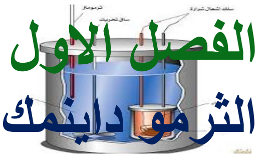
$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{3}{32} \Rightarrow 0.094\ \ mol$$

$$q = \frac{-15120}{0.094} \Rightarrow -160851\ \ J/mol$$

ولتحويلها الى KJ نقسم على 1000

$$q_{KJ} = \frac{-160851}{1000}$$

$$q = -160.851 \simeq 161\ \ KJ/mole$$



**سؤال 17-1**

تم حرق عينة كتلتها 1.5 g من حامض الخليك $CH_3COOH$ الكتلة المولية للحامض (60 g/mole) بوجود كمية وافية من الأوكسجين وكان المسعر يحتوي 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2 \quad J/g.c^0$ ) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $24\ C^0$ الى $28\ C^0$ . احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة

**الحل**

نفس التمرين السابق في الصفحة السابقة حرق المادة في المسعر

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 28 - 24$$

$$\Delta T = 4\ \ c^0$$

$$q = 4\cancel{.}2 \times 75\cancel{0} \times 4$$

$$q = 42 \times 75 \times 4$$

$$q = -12600$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow \frac{1.5}{60} \Rightarrow 0.025\ \ mole$$

لذا فالحرارة المنبعثة من احتراق 1 mole من حامض الخليك تساوي

$$q = \frac{-12600}{0.025}$$

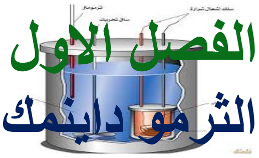
$$q = -504000 \quad J/mole$$

اذا طلب منك حسابها بـ KJ نقسم الناتج على 1000 بحيث

$$q = \Delta H$$

$$q = \Delta H \Rightarrow q = \frac{-504000}{1000} = -504\ \ KJ/mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z



## معادلة الكيمياء الحرارية

ان المعادلة الكيميائية الحرارية تختلف عن المعادلات الكيميائية الأخرى فهي تبين :-

**1 –** إشارة الانثالبي المصاحب للتفاعل إي ماص (+) او باعث (-) اذا كانت للتفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي مثال عملية انصهار الجليد

$H_2O_{(s)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$   6 KJ / mole = ΔH

وهذا يعني امتصاص حرارة مقدارها 6 KJ / mole عند درجة حرارة 25 $c^0$ وضغط 1 atm ويمكن تضمين الحرارة الممتصة بوضعها في المواد المتفاعلة وعلى النحو التالي:-

$$H_2O_{(s)} + 6\ KJ/mole \rightarrow H_2O_{(\ell)}$$

**مثال :-** تفاعل احتراق الميثان هو تفاعل باعث للحرارة حيث يحرر الميثان حرارة مقدارها 890 KJ / mole عند حرق مول واحد منها في 25 $C^0$ وضغط 1 atm وبالتالي يمكن كتابتها ضمن النواتج كما في المعادلة

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 890\ KJ/mole$$

---

**2 –** يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه حيث تستخدم التعابير التالية Solid صلب ، liquid سائل ، gas غاز ، aqueos محلول مائي

حيث ان كمية الحرارة الممتصة أو المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة

رحلة التفوق في السادس
عطاء بلا حدود A. M. Z

$H_{2(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$   $\Delta H = -286$ KJ/mole

$H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_2O_{(g)}$   $\Delta H = -242$ KJ/mole

---

**3 –** اذا تم عكس العملية (قلب التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي ) فان اشارة انثالبي التفاعل تتغير من الموجب الى السالب وبالعكس

$H_2O_{(s)} \longrightarrow H_2O_{(\ell)}$   $\Delta H = 6$ KJ/mole

$H_2O_{(\ell)} \longrightarrow H_2S_{(s)}$   $\Delta H = -6$ KJ/mole

---

**4 –** عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي فيجب ان نجري نفس العملية الى قيمة ( ΔH )

$H_2O_{(s)} \xrightarrow{\times 2} H_2O_{(\ell)}$   $\Delta H = 6$ KJ/mole

$2H_2O_{(s)} \longrightarrow 2H_2O_{(\ell)}$   $\Delta H = 2 \times 6 \Rightarrow 12$ KJ/mole

# انواع الانثالبيات $\Delta H_r^o$

1 – انثالبية التكوين القياسية ( $\Delta H_f^0$ )

2 – انثالبية الاحتراق القياسية ( $\Delta H_C^0$ )

3 – انثالبية التفكك القياسية ( $\Delta H^0$ )

4 – انثالبية التغيرات الفيزيائية $\Delta H^o$

## 1 – انثالبية التكوين القياسية ( $\Delta H_f^0$ )

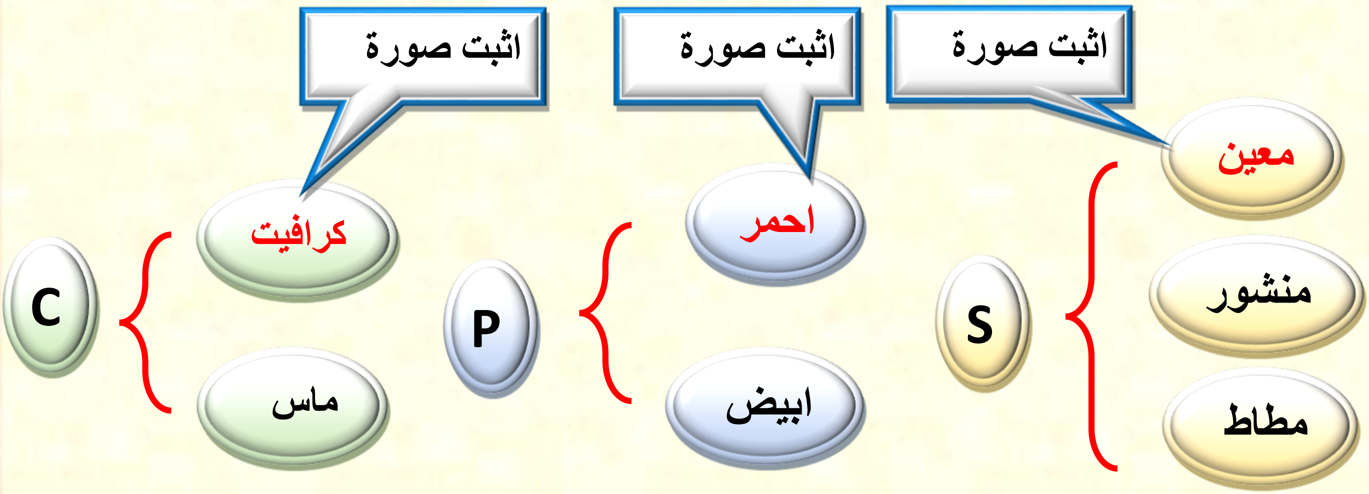
هي الحرارة اللازمة لتكوين مول احد من أي مركب من عناصرها الاولية المتواجدة بأثبت صورها محسوبة بالظروف القياسية أي ( 1 atm 25 C⁰ )

**ملاحظة :-** يجب ان تحقق $\Delta H_f^0$ ثلاثة شروط :- وهي :-

أ – ان يكون الناتج مول واحد فقط

ب – ان يكون الناتج قد جاء من العناصر الاولية (الاساسية ) أي ليست مركبات العناصر الاولية عددها اكثر من 110 عنصر كلها احادي الذرة اعدا العناصر الغازية ( $H_2, O_2, N_2, Cl_2, F_2, Br_2, I_2$ ) وهم سبعة جزئيات ثنائية الذرة.

ج – ان تكون العناصر الاولية بأثبت صورها يعني اقل طاقة وتحديداً العناصر التي لها صور مثل الكبريت والفسفور والكاربون



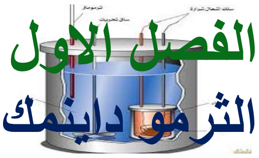
**مثال**

$$3/2\ H_2 + 2O_2 + 1/4\ P_4 \rightarrow H_3PO_4 \qquad \Delta H_f^0 = -1279\ KJ/mol$$

عناصر أولية وليست مركبات

الاحمر

مول واحد



**مثال 4-1**

اي من التفاعلات الآتية ( $\Delta H_r^o = \Delta H_f^o$ ) للتفاعل بشكل عام / للتفاعل بشكل خاص كتكوين

**الحل**

$1 - 4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_r^0 = 1625\ KJ$

$2 - C_{(graphite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(S)} \qquad \Delta H_r^0 = -394\ KJ$ ✓

$3 - CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^0 = -283\ KJ$

- ❖ التفاعل 1 ـ لا تساوي $\Delta H_f^0$ لان الناتج هو 2 mole
- ❖ التفاعل 2 ـ تساوي $\Delta H_f^0$ وذلك لأنه يحقق جميع الشروط وهي مول واحد من $CO_2$ ومن العناصر الأولية وكذلك الكاربون بأثبت صورة وهي الكرافيت
- ❖ التفاعل 3ـ لا تساوي $\Delta H_f^0$ وذلك لان المواد المتفاعلة فيها مركب وليس عنصر وهو CO

**تمرين 3-1**

اذا علمت ان ( $\Delta H_f^0$ ) لـ $H_2SO_4 = -811$ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث تكون $\Delta H_r^0$ مساوية لـ $\Delta H_f^0$

**الحل**

$$H_{2(g)} + 2O_{2(g)} + S_{(rhombic)} \rightarrow H_2SO_{4(L)} \qquad \Delta H_f^0 = \frac{\Delta H_r^0}{\underset{(1)}{n}} = -811$$

**تمرين 4-1**

احسب انثالبي التفاعل القياسية $\Delta H_r^o$ للتفاعل التالي إذا علمت أن انثالبي التكوين القياسية لفلوريد الهيدروجين (HF) تساوي $\Delta H_f^o$ ( HF ) = - 271 kJ / mol

$$H_{2(g)} + F_{2(g)} \rightarrow 2HF_{(g)} \qquad \Delta Hr = ?\ kJ$$

**الحل**

$$\Delta H_f^0 = \frac{\Delta H_r^0}{n} \Rightarrow \Delta H_r^0 = 2 \times -271 = -542\ KJ$$

**تمرين 5-1**

احسب $\Delta H_r^0$ للتفاعل الاتي $4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(S)}$

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لأوكسيد الالمنيوم = -1670

**الحل**

نكتب معادلة تكوين مول واحد من اوكسيد الالمنيوم لان $\Delta H_f^0$ لها معطاه في السؤال

$2Al + 3/2\ O_2 \rightarrow Al_2O_3 \qquad -1670 = \Delta H_f^0$

عند ضرب معادلة التكوين ( ×2 ) نجدها تشبه المعادلة الاصلية وهي المعادلة المجهولة فيها انثالبي التفاعل $\Delta H_r^0$ وبالتالي نضرب انثالبي التكوين ( $\Delta H_r^0$ ) ×2

$$4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(S)} \qquad \Delta H_r^0 = \Delta H_f^0 \times n \Rightarrow = -1670 \times 2 = -3340$$

## ثانيا :- انثالبية الاحتراق القياسية ( $\Delta H^0_C$ )

وهي الحرارة اللازمة لاحتراق مول واحد من المادة مع كمية وافية من الاوكسجين بالظروف القياسية $25\ C^0$ $1\ atm$

### شروطها

1 – إن يحترق مول واحد فقط من المادة

2 – وجود غاز الأوكسجين $O_2$ في عملية الاحتراق

3 – ان يكون الاحتراق تام وللحرارة الاحتراق $\Delta H^0_C$ اهمية في :-

أ – تعيين القيم الحرارية للوقود والمواد الغذائية

ب – تعيين $\Delta H^0_f$ لبعض العناصر

### ملاحظة

١- في منهجنا هذا نكتفي في ايجاد حرارة احتراق $\Delta H^0_C$

أ – للعناصر الفلزية مثل الحديد والألمنيوم لينتج اكاسيد تلك العناصر او العناصر اللافلزية مثل كبريت الكاربون لتكوين اكاسيد تلك العناصر وكذلك احتراق الهيدروجين لتكوين (الماء)

ب – احتراق المركبات العضوية (وهي المركبات التي تحتوي على الكاربون والهيدروجين كعناصر أساسية فيها والتي ستدرس في الفصل السابع ) حيث ان ناتج التفاعل تقريبا ثابت وهو ثاني اوكسيد الكاربون $CO_2$ والماء $H_2O$

٢ - ان جميع تفاعلات الاحتراق هي تفاعلات باعثة للحرارة (قيمة سالبة )

٣ - على الطالب الاستعداد على كتابة معادلة الاحتراق مضبوطة ومتوازنة بحيث يتم احتراق مول واحد من المادة مع وفرة الأوكسجين

٤ - في هذه النقطة نتعلم موازنة معادلة تفاعل احتراق المركبات العضوية حيث نبدأ بذرة الكاربون أولا لنحسب عدد ذراتها في المتفاعلات ليكون نفس العدد من الذرات بالنواتج ثم الهيدروجين وبعدها نعمل على موازنة الأوكسجين حيث نحسب كم ذرة في النواتج ليطابق العدد نفسة من المتفاعلات

**تمرين 6-1**

اكتب تفاعل احتراق غاز البروبان ( $C_3H_8$ ) إذا علمت أن :

$$\Delta H_c^{\circ}\ (C_3H_8) = -2219\ kJ/mol$$

**الحل**

$$\underset{(L)}{1C_3H_8} + \underset{(g)}{5O_2} \longrightarrow \underset{(g)}{3CO_2} + \underset{(L)}{4H_2O} \qquad \Delta H^0_C = -2219\ KJ/mol$$

## بعض التفاعلات لاحتراق العناصر والمركبات العضوية

1 - $H_{2(g)} + 1/2 O_{2(g)} \to H_2O_{(\ell)}$  $\Delta H^0_C = -286$ KJ/mol

هذا التفاعل يمكن ان يعتبر تكوين للماء $\Delta H^0_f$ لأنه يحقق شروط التكوين

2 - $C + O_2 \to CO_2$  $\Delta H^0_C = -394$ KJ/mol

كذلك هذا التفاعل يمكن اعتباره كتفاعل تكوين $CO_2$ لتحقيق الشروط

3 - $C_{\boxed{4}}H_{\boxed{10}} + 13/2 O_2 \to 4CO_2 + 5H_2O$  $\Delta H^0_C = -2873$ KJ/mol

4 - $C_8H_{18} + 25/2 O_2 \to 8\ CO_2 + 9H_2O$  $\Delta H^0_C = -5471$ KJ/mol

$\boxed{25=}$ $\boxed{16}$ + $\boxed{9}$

5 - $C_6H_{\boxed{12}}O_6 + 6O_2 \to 6CO_2 + 6H_2O$  $\Delta H^0_C = -2808$ KJ/mol

2×6=12

**سؤال واجب**

اكتب المعادلات الكيميائية التالية بحيث تكون $\Delta H^0_r$ لها مساويا لـ $\Delta H^0_f$ أو $\Delta H^0_C$

1- احتراق غاز الاستلين $C_2H_2$
2- تكوين كحول الاثيلي $C_2H_5OH$
3- احتراق غاز البروبان
4- تكوين حامض الخليك
5- احتراق البنتان $C_5H_{12}$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال واجب**

اذا كانت قيمة $-1625\ KJ = \Delta H^0_r$ للتفاعل التالي

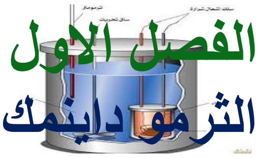
$4Fe + 3O_2 \to 2Fe_2O_3$  $\Delta H^0_r = -1625$ KJ

جد (1) $\Delta H^0_f$ لـ $(Fe_2O_3)$

جواب 812.5 KJ/mol

(2) $\Delta H^0_C$ لـ $(Fe)$

جواب 406.25 KJ/mol



## ثالثا :- انثالبية التفكك القياسية ( $\Delta \overset{o}{H}$ ) للتفكك

وهي الحرارة الناتجة من تفكك مول واحد من المركب إلى عناصره الأولية محسوبة بالظروف القياسية ( $25\ C^{0}$ $1\ atm$ )

**ملاحظة**

$$H_2SO_4 \rightarrow H_2 + S + 2O_2 \qquad \Delta \overset{o}{H}_{\text{للتفكك}} = +811$$

إن انثالبية التفكك القياسية تساوي بالضبط انثالبية التكوين القياسية لكن بعكس الاشارة لان معادلة التفكك هي مقلوب معادلة التكوين

## رابعا :- انثالبية التغيرات الفيزيائية

أ ـ انثالبي التبخر ( $\Delta H_{Vap}$ ) هي مقدار الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من اي مادة

$$\underset{L}{H_2O} \xrightarrow[\text{ماصا للحرارة}]{\text{vaprization}} \underset{g}{H_2O} \qquad \Delta H_{Vap} = +44 \quad KJ/mol$$

مختصر لكلمة التبخر

ب ـ انثالبي التكثيف ( $\Delta H_{Cond}$ ) هي مقدار الحرارة المنبعثة لتكثيف مول واحد من المادة وهو بذلك عكس حرارة التبخر

$$\underset{g}{H_2O} \xrightarrow[\text{باعثا للحرارة}]{\text{Candesation}} \underset{L}{H_2O} \qquad \Delta H_{Cond} = -44 \quad KJ/mol$$

مختصر لكلمة التكثيف

ج ـ انثالبي الانصهار ( $\Delta H_{fus}$ ) هي مقدار الحرارة اللازمة لصهر مول واحد من اي مادة

$$\underset{S}{H_2O} \xrightarrow[\text{ماصا للحرارة}]{\text{fusion}} \underset{L}{H_2O} \qquad \Delta H_{fus} = 6 \quad KJ/mol$$

مختصر لكلمة الانصهار

د ـ انثالبي الانجماد ( $\Delta H_{Cryst}$ ) هي مقدار الحرارة المنبعثة والتي تؤدي لانجماد مول واحد من المادة وهو بذلك عكس حرارة انثالبي الانصهار

$$\underset{L}{H_2O} \xrightarrow[\text{باعثا للحرارة}]{\text{Crystallization}} \underset{S}{H_2O} \qquad \Delta H_{Crst} = -6 \quad KJ/mol$$

مختر لكلمة التبلور

## الخلاصة

$\Delta H_{Vap} = -\Delta H_{Cond}$

قيمة موجبة — قيمة سالبة

$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{Cryst}$

قيمة موجبة — قيمة سالبة

**مثال 6-1** اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mole احسب انثالبي التكييف للأمونيا ؟

**الحل**

نكتب معادلة انثالبي التبخر للأمونيا وهي

$NH_{3(\ell)} \xrightarrow{\text{تبخر}} NH_{3(g)} \qquad \Delta H_{Vap} = 23 \quad KJ/mole$

التبخر يعني تحويل المادة من سائل الى غاز

عكس الاشارة

وبما ان التكيف عكس عملية التبخير إي أن

$NH_{3(g)} \longrightarrow NH_{3(\ell)} \qquad \Delta H_{Cond} = -23 \quad KJ/mole$

تكثيف يعني تحويل المادة من غاز الى سائل

**تمرين 7-1** اذا علمت ان انثالبي الانصهار حامض الخليك تساوي 5.11 KJ/mole احسب انثالبي الانجماد لهذا الحامض ؟

**الحل**

$CH_3COOH_{(s)} \longrightarrow CH_3COOH_{(\ell)} \qquad \Delta H_{fus} = 5.11 \quad KJ/mole$

انصهار يعني تحويل الصلب الى سائل

$CH_3COOH_{(\ell)} \longrightarrow CH_3COOH_{(s)} \qquad \Delta H_{Cryst} = -5.11 \quad KJ/mole$

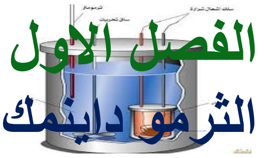
انجماد يعني تحويل السائل الى صلب

## طرائق حساب انثالبي التفاعلات القياسية

**اولا :- طريقة قانون هيس :-** ان كمية الحرارة المنبعثة او الممتصة في أي تفاعل كيميائي هي قيمة ثابتة لا تعتمد على خطوات التفاعل للوصول الى الناتج . أي عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فان التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او في سلسله من الخطوات

س / ما هي فائدة قانون هيس ؟

ج/ فائدته تكمن في أمكانية قياس انثالبي التفاعلات $\Delta H$ التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطئها أو لتكون نواتج جانبية



**سؤال**

احسب $\Delta H_f$ لغاز أحادي اوكسيد الكاربون من التفاعلين الآتيين :-

$$1-\ \underset{grphite}{C} + \underset{g}{O_2} \longrightarrow \underset{g}{CO_2} \qquad \Delta H_r^0 = -393.5 \quad KJ/mole$$

$$2-\ \underset{g}{CO} + 1/2\,\underset{g}{O_2} \longrightarrow \underset{g}{CO_2} \qquad \Delta H_r^0 = -283 \quad KJ/mole$$

**الحل**

**ملاحظة**

في قانون هيس نستخرج قيمة حرارة التفاعل ( $\Delta H$ ) من قيم حراريات التفاعلات للمسالك او الخطوات التي يمر بها التفاعل لذلك يجب جمع هذه الخطوات لتكن في المحصلة النهائية معادلة التفاعل الأصلية

ولحساب $\Delta H_f$ لغاز CO يجب كتابة معادلة التفاعل لان في صيغة هذا السؤال لم يعطي المعادلة الاصلية لذلك علينا كتابتها بشكل مضبوط

عناصر اولية
تكوين مول واحد

$$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO \qquad \Delta H_f^0 = ?$$

$$1\text{-}\ C + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H^0 = -393.5$$

$$2\text{-}\ CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H^0 = -283$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

كما في المعادلة رقم واحد نلاحظ وجة الشبه بينهما وبين المعادلة الاصلية حيث ان وجه الشبه هو ( C ) وعند المقارنة بين المعادلة (1) والاصلية نلاحظ ان الكاربون متطابق حيث يوجد مول واحد في كلتا المعادلتين موجود في المتفاعلات في المعادلتين الاصلية ورقم (1)

اما في المعادلة ( 2) فان الشبه هو غاز CO حيث يوجد في متفاعلاتها أما في المعادلة الاصلية فانه موجود في النواتج لذلك معادلة رقم (2) تُقلب

كما هي

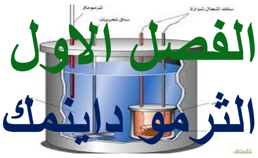
$$1\text{-}\ C + \cancel{O_2} \longrightarrow C\cancel{O_2} \qquad \Delta H_r^0 = -393.5 \quad KJ/mol$$

تقلب

$$2\text{-}\ C\cancel{O_2} \longrightarrow CO + \cancel{1/2}O_2 \qquad \Delta H_r^0 = +283 \quad KJ/mol$$

---

$$C + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO \qquad \Delta H_r^0 = -110.5 \quad KJ/mol$$



**مثال (1-7)** احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_2$ من عناصره الأساسية بأثبت صورها

$$\underset{grphite}{C} + \underset{rhombic}{2S} \rightarrow \underset{\ell}{CS_2} \qquad \Delta H_f^0 = ? \quad KJ/mole$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية

$$1 - C + O_2 \longrightarrow CO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -394 \quad KJ/mole$$

$$2 - S + O_2 \longrightarrow SO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -296 \quad KJ/mole$$

$$3 - CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -1072 \quad KJ/mole$$

**الحل**

نناقش المعادلات الافضل بالتسلسل معادلة رقم (1) الكاربون C موجود في الاصلية وفي المعادلة رقم (1) حيث يوجد مول واحد في المتفاعلات في كلتا المعادلتين لذلك تبقى المعادلة كما هي

معادلة رقم (2) الكبريت S هو المشترك لذلك يجب ان نجعله 2S كما في المعادلة الاصلية لذلك نضرب المعادلة رقم اثنان X 2

معادلة رقم (3) $CO_2$ هو المشترك بينها وبين المعادلة الاصلية لذلك يجب ان تُقلب المعادلة رقم (3)

$$1 - C + \cancel{O_2} \rightarrow \cancel{CO_2} \qquad \Delta H_r^0 = -394 \quad KJ/mole$$

كما هي

$$2 - 2S + 2\cancel{O_2} \rightarrow \cancel{2SO_2} \qquad \Delta H_r^0 = -592 \quad KJ/mole$$

2 X

$$3 - \cancel{CO_2} + \cancel{2SO_2} \rightarrow CS_2 + 3O_2 \qquad \Delta H_r^0 = +1072 \quad KJ/mole$$

تُقلب

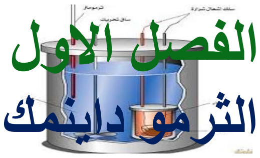
$$C + 2S \rightarrow CS_2 \qquad \Delta H^0 = +86 \quad KJ/mole$$

-394
-592
-986

نجمع الاشارات المتشابهة

+1072
-986
+86

اشارة الكبير



**تمرين (8-1)** احسب انثالبي التكوين القياسية للاستلين من عناصره الاساسية . اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :-

1- $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^0 = -394$ KJ/mole

2- $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(\ell)}$ $\Delta H_r^0 = -286$ KJ/mole

3- $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$ $\Delta H_r^0 = -2599$ KJ/mole

## الحل

المطلوب هو حساب حرارة التفاعل تكوين الاستلين

$2C + H_2 \rightarrow C_2H_2$ مول واحد من الاستلين $\Delta H_f^0 = ?$

عناصر أساسية

**في معادلة رقم (1)** الكاربون C مع المعادلة الاصلية لذلك يجب ان تكون عدد مولاته (2)

**معادلة رقم (2)** تبقى كما هي لان $H_2$ متطابق مع المعادلة الاصلية

**معادلة رقم (3)** الاستلين يتحول الى نواتج ويقسم على 2 كما في المعادلة الاصلية

1- $2C + 2O_2 \rightarrow 2CO_2$ $\Delta H_r^0 = -788$ KJ/mole — 2 X

2- $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ $\Delta H_r^0 = -286$ KJ/mole — كما هي

3- $2CO_2 + H_2O \rightarrow C_2H_2 + 5/2\,O_2$ $\Delta H_r^0 = +1299.5$ — تُقلب/ 2

---

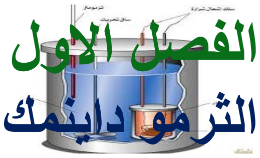
$2C + H_2 \rightarrow C_2H_2$ $\Delta H_r^0 = +225.5$ KJ/mole

-788
-286
-1074

نجمع الاشارات المتشابهة

+1299.5
-1074.0
+225.5

اشارة الكبير



**سؤال (1-21)** اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية . ومن المعادلات الحرارية التالية عند درجة $C^0$ 25 وضغط amt 1

$$1 - H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl \qquad \Delta H_r^0 = -185 \quad KJ/mole$$

$$2 - 2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O \qquad \Delta H_r^0 = -484 \quad KJ/mole$$

احسب $\Delta H_r^0$ للتفاعل الاتي :-

$$4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_r^0 = ? \quad KJ/mole$$

## الحل

ان نص قانون هيس :- عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فان التغير في انثالبي لهذا التفاعل هو نفسة سوءاء تم التفاعل في خطوة واحدة ام في سلسلة من الخطوات

فائدة قانون هيس :- هي امكانية قياس انثالبي التفاعلات التي يمكن قياسها بشكل مباشر لكون حدوثها غير ممكن لبطئها او لتكون نواتج جانبية

المطلوب حساب $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_r^0 = ? \quad KJ/mole$

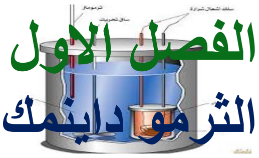
في المعادلة رقم (1) نلاحظ ان $HCl$ في النواتج ويحتوي على مولين بينما المعادلة الاصلية موجود في المتفاعلات ويحتوي على اربع مولات لذلك يتم قلب المعادلة وظربها في (2) ، اما المعادلة رقم (2) تبقى كما هي نلاحظ ان $H_2O$ في النواتج كما في المعادلة الاصلية وذا اخذ $O_2$ كمشترك ايضا تبقى كما هي

$$1 - 4HCl \longrightarrow 2\cancel{H}_2 + 2Cl_2 \quad \text{2 x تقلب} \quad \Delta H_r^0 = +370 \quad KJ/mole$$

$$2 - 2\cancel{H}_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \quad \text{كما هي} \quad \Delta H_r^0 = -484 \quad KJ/mole$$

$$4HCl + O_2 \longrightarrow 2Cl_2 + 2H_2O \quad \Delta H_r^0 = -114 \quad KJ/mole$$

-484+370=-114



## ثانيا :- استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية :- حيث تعتبر هذه الطريقة مباشرة ولإيجاد الانثالبية $\Delta H$ في العلاقة التالية

$$\Delta H_r^0 = \underset{\text{Products}}{\underset{\text{النواتج}}{\sum n\ \Delta H_f^0}} \quad - \quad \underset{\text{Reactants}}{\underset{\text{متفاعلات}}{\sum n\ \Delta H_f^0}}$$

## ملاحظات

١- بعض الاسئلة لا يعطى فيها معادلة التفاعل مثلا معادلة احتراق المركبات العضوية فان كتابة المعادلة سهل حيث ان المركب العضوي يحترق بمول واحد مع وجود $O_2$ والناتج هو $(H_2O + CO_2)$ مع موازنة المعادلة كما مر ذكرها سابقا .....

٢- قد يعطي لبعض المركبات حرارة التفكك ولكن المطلوب هو حرارة تكوينية لذلك نعمل على عكس اشارة من الموجب الى السالب

٣- قد يعطي في السؤال حرارة احتراق $H_2$ وهو غير موجود في المعادلة لكن الحقيقة الموجود فيها $H_2O$ حيث ان حرارة احتراق $H_2$ هي نفس حرارة تكوين الماء كما في المعادلة الأتية:

$$\underset{}{\overset{\text{عناصر أولية}}{H_2 + \frac{1}{2}O_2}} \rightarrow \overset{\text{مول واحد}}{H_2O} \qquad \underset{H_2O}{\Delta H_f^0} = -286\ \ KJ/mol$$

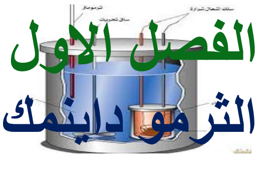
---

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \underset{H_2}{\Delta H_C^0} = -286\ \ KJ/mol$$

(احتراق مول واحد) (وفرة من الاوكسجين)

٤ - ان $\Delta H_f^0$ للعنصر الحر = صفراً لكن اذا وجد العنصر بصورة غير ثابتة فان قيمت لا تساوي صفرا حيث تعطى في السؤال كما في المثال القادم ..........................

$$\underbrace{(C, S, Fe, Al, Na)}_{\text{عناصر احادية الذرة}}\underbrace{(H_2, N_2, O_2, Cl_2, Br_2, I_2, F_2)}_{\text{عناصر غازية ثنائية الذرة}}$$



**مثال (1-8)** يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الالمنيوم واكسيد الحديد III وكما يلي

$$2Al_{(s)} + Fe_2O_{3(s)} \longrightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)} \qquad \Delta H_r^0 = ? \quad KJ/mole$$

احسب انثالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل إذا علمت إن

$$\Delta H_f^0(Al_2O_3) = -1670 \qquad \Delta H_f^0(Fe_2O_3) = -822 \qquad \Delta H_f^0(Fe) = 12$$

**الحل**

نكتب القانون التالي

$$\Delta H_r^0 = \sum_{\text{Products}} n\ \Delta H_f^0 - \sum_{\text{Reactants}} n\ \Delta H_f^0$$

$$\Delta H_r^0 = \left[(-1670) + 2(12)\right] - \left[2(0) + (-822)\right]$$

$$\Delta H_r^0 = [-1670 + 24] - [-822]$$

$$\Delta H_r^0 = [-1646] + 822$$

$$\Delta H_r^0 = \boxed{-824} \quad KJ/mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال وزاري 2013 الدور الاول**

احسب انثالبية التكوين القياسية $\Delta H_f^0$ لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك $CO_2$ هي +394 KJ/mole و ان حرارة التفاعل الاتي

$$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -283$$

**الحل**

$$CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -283$$

$\Delta H_f^0 = ?$ — $\Delta H_f^0 = 0$ — $\Delta H_f^0 = -394$

لأنه عنصر حر — عكس حرارة التفكك له

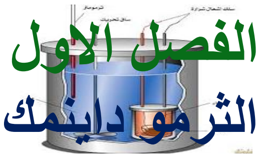
$$\Delta H_r^0 = \left[\Delta H_f^0 CO_2\right] - \left[X + 1/2(O)\right]$$

$$-283 = [-394] - [X]$$

$$X = -394 + 283$$

$$X = -111 \quad KJ/mole$$

-394
+283
-111



**سؤال (1-26)** احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_3$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :-

$$\underset{\Delta H_f^0=-2984}{\underset{(s)}{P_4O_{10}}} + 4\underset{\Delta H_f^0=-174}{\underset{(\ell)}{HNO_3}} \rightarrow 4\underset{\Delta H_f^0=?}{\underset{(\ell)}{HPO_3}} + 2\underset{\Delta H_f^0=-43}{\underset{(g)}{N_2O_5}} \qquad \Delta H_r^0 = -180$$

**الحل**

$$\Delta H_r^0 = \underset{\text{Produts}}{\sum n \ \Delta H_f^0} \ - \underset{\text{Reactants}}{\sum n \ \Delta H_f^0}$$

نواتج　　　　متفاعلات

$$\Delta H_r^0 = \left[4X + 2(-43)\right] - \left[(-2984) + 4(-174)\right]$$

$$-180 = \left[4X + (-86)\right] - \left[-2984 - 696\right]$$

$$-180 = \left[4X - 86\right] - \left[-3680\right]$$

$$-180 = 4X - 86 + 3680$$

$$-180 = 4X + 3594$$

$$4X = -3594 - 180$$

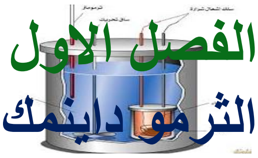
$$4X = -3774$$

$$X = \frac{-3774}{4}$$

$$X = \boxed{-943.5} \ \text{KJ/mol}$$

943.5
4 ) 3774
36
17
16
14
12
20
20

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z



**تمرين (1-9)** يحترق البنزين $C_6H_6$ في الهواء ليعطي ثاني اوكسيد الكاربون وبخار الماء السائل احسب $\Delta H_r^0 = ?$ لهذا التفاعل اذا علمت ان $\Delta H_f^0(C_6H_6) = 49$ ولـ $\Delta H_f^0(H_20) = -286$ و $\Delta H_f^0(CO_2) = -394$

**الحل** نكتب معادلة التفاعل وتتضمن احتراق مول واحد من البنزين بوجود الاوكسجين وناتج الاحتراق هو

$$C_6H_6 + 15/2O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O \qquad \Delta H_r^0 = ?$$

$$\Delta H_r^0 = [6(-394) + 3(-286)] - [1 \times 49 + 0]$$

$$\Delta H_r^0 = [-2364 - 858] - [49]$$

$$\Delta H_r^0 = -3222 - 49$$

$$\Delta H_r^0 = \boxed{-3271} \ KJ/mloe$$

**سؤال خارجي** يبعث كحول الاثيلي عند احتراقه وهو بالحالة السائلة طاقة مقدارها 1370 KJ/mole جد حرارة تكوينية القياسية اذا علمت ان $\Delta H_f^0 CO_2 = -393.5$

$\Delta H_f^0 H_2O = -286$

**الحل**

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O \qquad \Delta H_r^0 = \boxed{-}1370$$

$$\Delta H_f^0 = ? \qquad \Delta H_f^0 = 0 \qquad \Delta H_f^0 = -393.5 \qquad \Delta H_f^0 = -286$$

انبعاث

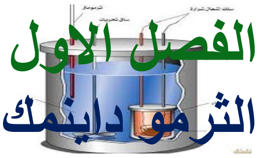
$$-1370 = [2(-393.5) + 3(-286)] - [X + 0]$$

$$-1370 = [-787 - 858] - [X]$$

$$-1370 = -1645 - X$$

$$X = -1645 + 1370$$

$$X = -275 \qquad KJ/mole$$



**سؤال خارجي**

احسب $\Delta H^0_C$ للايثان علما ان $\Delta H^0$ لتفككه = 86 KJ/mole

وان $\Delta H^0_C$ لـ $H_2$ = −286 وكذلك $\Delta H^0$ لتفكك $CO_2$ = +394

**الحل**

$$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O \qquad \Delta H^0_C = ?$$

$$\Delta H = \Delta H^0_f \qquad\qquad \Delta H^0_{f(H_2O)} = \Delta H^0_{C(H_2O)}$$

$$\Downarrow \qquad\qquad \Downarrow \qquad\qquad \Downarrow$$

$$\Delta H^0_f = \boxed{-86} \qquad \Delta H^0_f = \boxed{-394} \qquad \Delta H^0_f = \boxed{-286}$$

عكس إشارة التفكك

عكس إشارة التفكك

احتراق الهيدروجين يساوي تكوين الماء

$$\Delta H^0_C = \sum n\ \Delta H^0_f - \sum n\ \Delta H^0_f$$

Pr oducts Reactants

$$\Delta H^0_C = \left[2(-394) + 3(-286)\right] - \left[-86 + 0\right]$$

$$\Delta H^0_C = -858 - 788 + 86$$

$$\Delta H^0_C = -1646 + 86$$

$$\Delta H^0_C = -1560 \quad \text{KJ/mole}$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال واجب**

اذا علمت ان $\Delta H^0_C$ للاثلين $C_2H_4$ تساوي -1400 KJ/mole احسب حرارة تفكك الاثلين علما ان $\Delta H^0_f$ للماء و $CO_2$ هي على التوالي (-286) (-394) KJ/mole

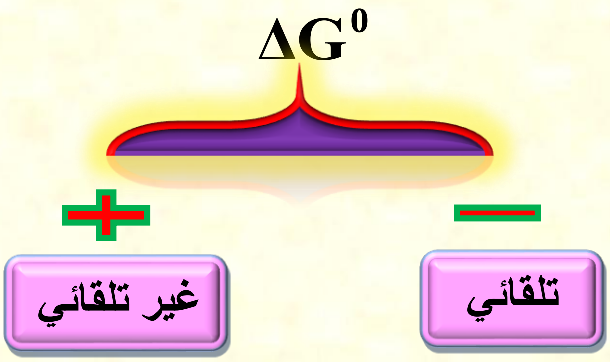
**جواب -40 KJ/mol**

**العملية التلقائية :-** وهي اي عملية فيزيائية او كيميائية تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير اي عامل خارجي

**التفاعل التلقائي :-** هو التفاعل الذي يحدث من تلقاء نفسة عند ظروف معينة من درجة الحرارة وضغط او تركيز

## هنالك بعض العلميات التلقائية الفيزيائية والكيميائية وهي :-

١- سقوط الماء من اعلى الشلال والعكس لا يمكن .
٢- انتقال الحرارة من الجسم الحار الى الجسم البارد والعكس لا يمكن
٣- ذوبان قطعة السكر في كوب الشاي والعكس لا يمكن
٤- انجماد الماء تحت درجة الصفر السليزي وينصهر الماء فوق الصفر السليزي في ضغط 1 atm
٥- يصدا الحديد تلقائيا عندما يتعرض للأوكسجين والماء
٦- تتفاعل قطعة من الديوم بشدة مع الماء مكونة Oal $H_2H$
٧- تمدد الغاز تلقائيا في اناء مفرغ من الهواء ولكن تجمع جزئيات الغاز جميعها في وعاء واحد يعد عملية غير تلقائية



**ملاحظة :-** الامثلة أعلاه تجري تلقائيا باتجاه معين ولكنها لا تجري بشكل تلقائي بالاتجاه المعاكس في ظل الظروف نفسها .

**س / ماهو سبب الذي يجعل هذه العمليات تلقائية ؟**

ج / لان يرافقها انخفاض في طاقة النظام الكلية (طاقة اقل أكثر استقرارا ) اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية . وهذا يوضح لماذا تنتقل الحرارة من الجسم الساخن الى الجسم البارد .

**س / هل يكون التفاعل التلقائي دائما باعث للحرارة ؟**

ج / لا يمكن تعميم هذا الافتراض بسبب ان هنالك بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية ماصة للحرارة مثل ذوبان كلوريد الامونيوم في الماء وتفكك اوكسيد الزئبق وانصهار الجليد وتبخر الماء كلها تفاعلات تلقائية ماصة للحرارة

## الانتروبي :- Entropy

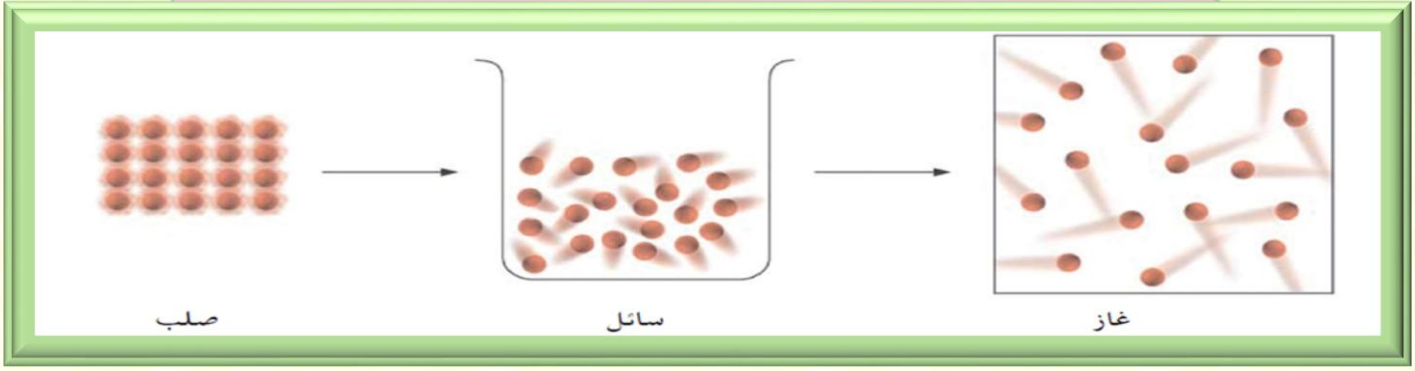
وهي دالة حالة ثرموداينميكية تمثل تحول المادة من حالة انتظام الى حالة لا انتظام (أي انها مقياس للعشوائية ) ويرمز لها بـ (S) وكلما كان النظام أكثر عشوائية (اي تحول من انتظام الى لا انتظام ) كانت الانتروبي عالية والعكس تكون الانتروبي صغيرة

## التغيير في الانتروبي :- (ΔS)

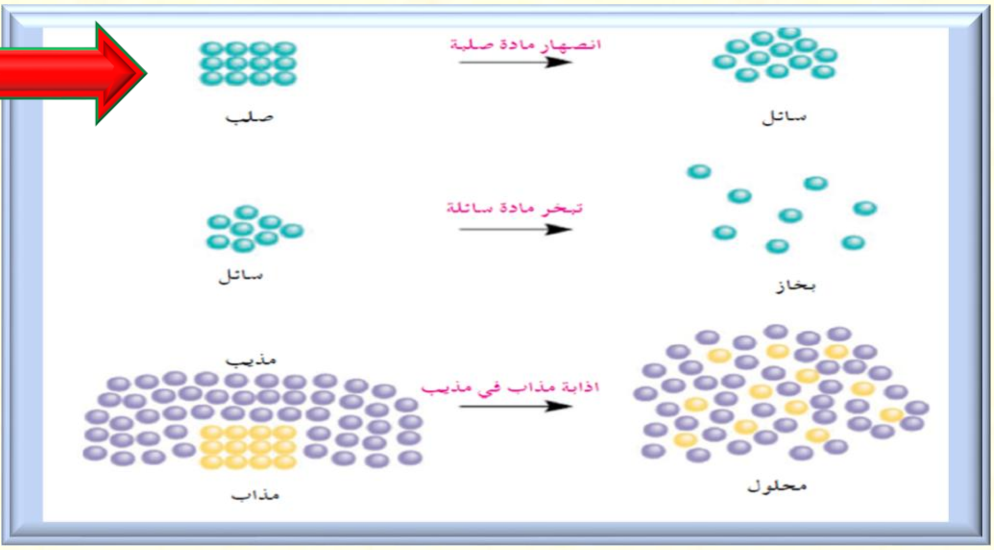
ان جميع التفاعلات الكيميائية والتحولات الفيزيائية التي اجرينها سابقا بشكل تلقائي يرافقها دائما زيادة في العشوائية (زيادة في الانتروبي ) $\Delta S = S_f - S_i$

وبشكل عام فان انتروبي الحالة الغازية اكبر من انتروبي الحالة السائلة والتي بدورها تكون اكبر من انتروبي الصلب ، الحالات التي يصاحبها زيادة في العشوائية

$$\Delta S < \Delta S < \Delta S$$



زيادة في العشوائية
زيادة في الانتروبي



يوضح الشكل بعض العمليات التي يصاحبها زيادة في الانتروبي.

ان جميع التفاعلات الكيميائية والتحولات الفيزيائية التلقائية يصاحبها زيادة في قيمة الانتروبي (زيادة في اللاانتظام) هذه الزيادة في الانتروبي (تحدث نتيجة طاقة التشتت )

**الحالات التي يصاحبها زيادة في الانتروبي (زيادة في العشوائية ) .**

1 – ذوبان المواد الصلبة في السائل مثل ذوبان كلوريد الامونيوم الصلب في الماء .
2 – تبخر السائل مثل تبخر الماء السائل الى بخار .
3 – انصهار المادة الصلبة مثل انصهار الجليد .

**س/ تقود عملية الانصهار الى زيادة في الانتروبي ؟**

**الحل :-** لان الذرات او الجزيئات عند الانصهار تبدأ بالحركة خارج الشبكة البلورية بعد ان كانت محصورا في مواقع ثابتة مما يزيد من عشوائيتها لذا يحدث انتقال في طور من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في الانتروبي

**س/ تقود عملية التبخر الى زيادة في الانتروبي ؟**

**الحل :-** في عملية التبخر تكون الذرات او الجزيئات في الحالة السائلة في حالة تجاذب قوى ومنتظمة بنظام هيكلي وعند التبخر فأنها تتحرك خارج النظام الهيكلي للماء مما يزيد من عشوائيتها لذا يحدث انتقال من الانتظام الى اللاانتظام يصاحبه زيادة في الانتروبي

**س/ ان الانتروبي في عملية التبخر اكبر من تلك التي في عملية الانصهار ؟**

**الحل:-** لان الذرات او الجزيئات في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه

**س/ تقود العمليات التي تجرى في المحلول دائما الى زيادة في الانتروبي ؟**

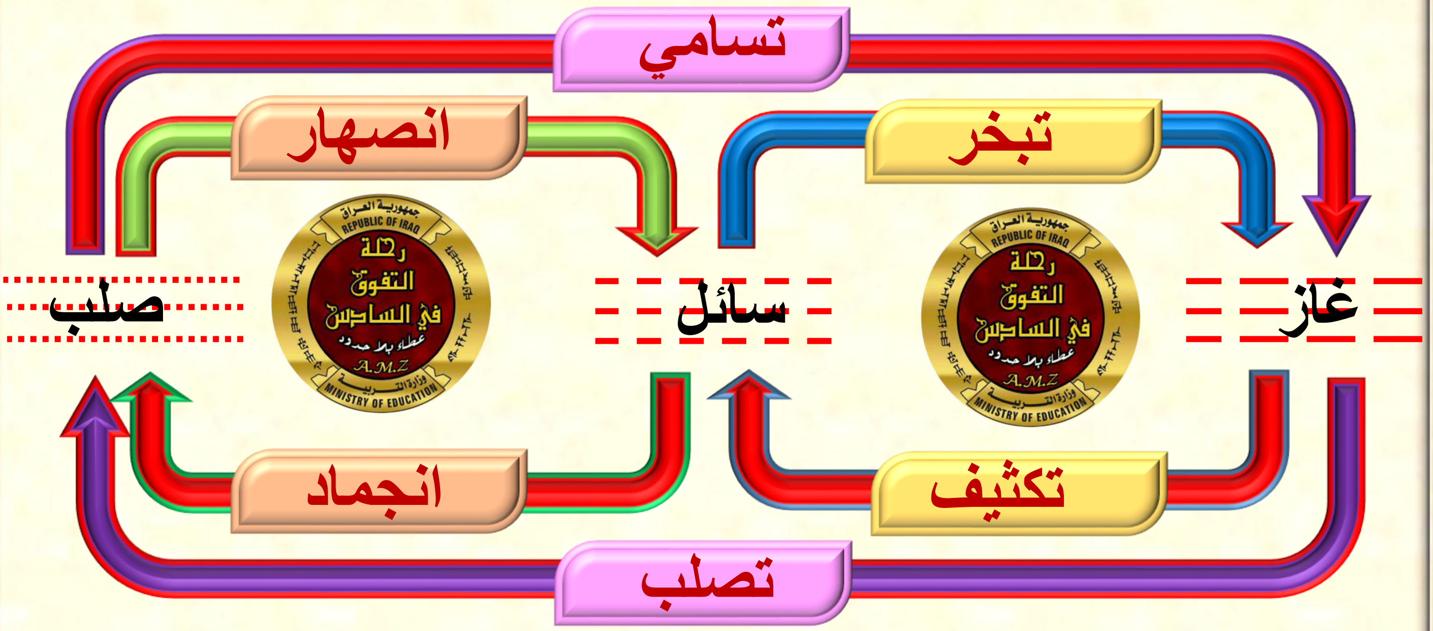
**الحل:-** عند ذوبان المادة الصلبة (السكر مثلا ) في الماء ينكسر النظام الهيكلي المنتظم لها (المذاب) وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للماء (المذيب) وعليه سيكون للمحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معا

**س/ عند اذابة مادة صلبة ايونية فالزيادة تحصل نتيجة عاملين ما هما ؟**

**الحل :-**

(١) عملية تكوين المحلول ( خليط المذاب مع المذيب )
(٢) تفكك المركب الصلب الى الايونات

# المخطط


تسامي
انصهار
تبخر
صلب
سائل
غاز
انجماد
تكثيف
تصلب

| الحالة | ΔS | ΔH |
|---|---|---|
| انصهار | + | + |
| تبخر | + | + |
| تسامي | + | + |
| تكثيف | − | − |
| انجماد | − | − |
| تصلب | − | − |

## بعض الامثلة الخاصة فى الانتروبى

سؤال :- تنبأ اذا كان التغير في الانتروبي $\Delta S$ اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :-

### أ ـ تجميد كحول الاثيلي :-

ان تحول كحول الاثيلي السائل الى حالة الصلبة (انجماد) يعني تحول من لا انتظام الى انتظام ∴ $\Delta S \succ$ صفر (-) سالبة

### ب ـ تبخر سائل البروم :-

يتحول سائل البروم في عملية التبخر الى حالة الغازية وهذا يعني تحول المادة من حالة انتظام الى لا انتظام ∴ $\Delta S \prec$ صفر (+) موجبة

### ج ـ ذوبان الكلوكوز في الماء :-

إن عملية ذوبان الصلب (الكلوكوز) يعني تحولها الى محلول مائي أكثر عشوائية أي تحولها من انتظام الى لا انتظام ∴ $\Delta S \prec$ صفر (+) موجبة

### د ـ تبريد غاز النتروجين من $80\ C^0$ الى $20\ C^0$ :-

يتحول غاز النتروجين من $80\ C^0$ وهي درجة حرارة اعلى من $20\ C^0$ يعني حركة الجزيئات أكثر عشوائية بسبب ارتفاع درجة الحرارة حيث يتحول الى درجة منخفضة تقل عشوائية وهذا يعني تحول غاز $N_2$ من لا انتظام الى انتظام ∴ $\Delta S \succ$ صفر (-) سالبة

## حساب الانتروبي القياسية للتفاعلات الكيميائية

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0 \quad - \quad \sum nS^0$$

**Produts** — **Reactants**

النواتج — المتفاعلات

## ملاحظة

١ـ ان الانتروبي محسوبة بالظروف القياسية أي تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة $25\ C^0$ وان وحداتها محسوبة بـ (j/K.mol)

٢ـ تعطى الانتروبي لجميع المواد سواء كانت مركبات او عناصر

**سؤال (1-11)**

احسب $\Delta S_r^0$ لتفاعل $4Fe_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(S)}$

عند $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ اذا علمت $S^0(Fe_2O_3) = 87\ J/k.mole$ و

$S^0(O_2) = 205\ J/k.mole$ و $S^0(Fe) = 27\ J/k.mole$

**الحل**

$$\underset{(27)}{4Fe} + \underset{(205)}{3O_2} \rightarrow \underset{(87)}{2Fe_2O_3} \qquad \Delta S_r^0 = ?$$

$$\Delta S_r^0 = \left[2(87)\right] - \left[4(27) + 3(205)\right]$$

$$\Delta S_r^0 = [174] - [108 + 615]$$

$$\Delta S_r^0 = 174 - 723$$

$$\Delta S_r^0 = \boxed{-549}\ \ J/K.mol$$

**سؤال (1-33)**

اذا علمت ان قيمة $\Delta S_r^0$ للتفاعل الاتي $2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$ تساوي

$137\ J/K.mole$ عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$ وان قيمة

$S^0(O_2) = 205\ J/k.mole$ فما قيمة $S^0$ للأوزون $O_3$

**الحل**

$$\underset{S^0=?}{2O_3} \rightarrow \underset{205}{3O_2} \qquad \Delta S_r^0 = 137\ \ J/K.mol$$

$$\Delta S_r^0 = \left[3(205)\right] - \left[2X\right]$$

$$137 = 615 - 2X$$

$$2X = 615 - 137$$

$$2X = 478$$

$$X = \frac{478}{2} \Rightarrow X = 239\ \ J/K.mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

# طاقة كبس الحرة $(\Delta G)$

هنالك علاقة وضعها العالم كبس تربط بين الانتروبي $\Delta S$ والانثالبي $(\Delta H)$ وهي :-

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

**$\Delta G$ الطاقة الحرة**

- (+) موجبة اكبر من الصفر التفاعل الكيميائي او التغيير الفيزيائي (غير تلقائي)
- (-) سالبة اصغر من الصفر التفاعل الكيميائي او التغيير الفيزيائي (تلقائي)
- (0) يساوي صفراً حالة اتزان

**طاقة كبس الحرة القياسية $(\Delta G_r^0)$** :- تمثل التغيير في طاقة كبس للتفاعل عندما يجري بظروف قياسية أي تحت ضغط 1 atm ودرجة $25C^0$ ويمكن ايجاد قيم طاقة كبس الحرة للتفاعل القياسي $\Delta G_r^0$ بمعادلة تشبة معادلة انثالبي التفاعل القياسية $(\Delta H_r^0)$ وكما يلي :-

$$\Delta G_r^0 = \sum n\ \Delta G_f^0\ (\text{Products}) \quad - \quad \sum n\ \Delta G_f^0\ (\text{Reactants})$$

## ملاحظات

1- ان وحدة $\Delta G_r^0$ هي بكيلو جول دائما

2- ممكن ايجاد $\Delta G_r^0$ من انثالبيات التكوين للمركبات الموجودة في معادلة التفاعل ولكن $\Delta G_f^0$ للعنصر الحر = صفراً دائما

3- اذا كانت صيغة السؤال ايجاد $\Delta G^0$ ولم يعطي $\Delta G_f^0$ للمركبات الموجودة في المعادلة حيث يمكن ايجادها بطريقة اخرى وهي علاقة كبس $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ حيث يعطى لنا $\Delta H^0$ ويعطى $\Delta S$ بوحدات الجول لذلك يجب تقسيمها على ( 1000) لتحويلها الى وحدات الكليو جول اما بالنسبة الى درجة الحرارة فهي ثابتة بوحدات الكلفن وايجادها بطريقة $T_K = 25 + 273$ وتساوي 298 K

4- عندما يطلب ايجاد $\Delta G^0$ يسأل هل التفاعل تلقائي ام غير تلقائي وللإجابة على هذا السؤال ؟ نلاحظ اشارة فيه $\Delta G^0$ اذا كانت سالبة فان التفاعل تلقائي واذا كانت موجبه التفاعل غير تلقائي

**سؤال خارجي**

احسب $\Delta G_r^0$ لتفاعلات التالية عند $25\ C^0$ وضغط 1 atm وتنبأ بتلقائية التفاعل من عدمه

$$1-\ \underset{\Delta G_f^0=0}{N_2} + \underset{\Delta G_f^0=0}{O_2} \rightarrow \underset{\Delta G_f^0=87}{2\,NO} \qquad \Delta G_r^0 = ?$$

$$2-\ \underset{(\ell)-237}{H_2O} \rightarrow \underset{(g)-229}{H_2O} \qquad \Delta G_r^0 = ?$$

$$3-\ \underset{\substack{(g)\\209}}{2C_2H_2} + \underset{\substack{(g)\\0}}{5O_2} \rightarrow \underset{\substack{(g)\\-394}}{4CO_2} + \underset{\substack{(\ell)\\-237}}{2H_2O} \qquad \Delta G_r^0 = ?$$

**الحل**

$$\boxed{1-}\ \Delta G_r^0 = \left[2(87)\right] - \left[0+0\right]$$

$$\Delta G_r^0 = [174] - [0]$$

$$\Delta G_r^0 = \boxed{174}\ \text{KJ/mloe}$$

التفاعل غير تلقائى لانه موجب

$$\boxed{2-}\ \Delta G_r^0 = \left[-229\right] - \left[-237\right]$$

$$\Delta G_r^0 = -229 + 237$$

$$\begin{array}{r} +287 \\ \underline{-229} \\ 8 \end{array}$$

$$\Delta G_r^0 = \boxed{8}\ \text{KJ/mloe}$$

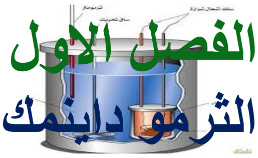
التفاعل غير تلقائى لانه موجب

$$\boxed{3-}\ \Delta G_r^0 = \left[4(-394) + 2(-237)\right] - \left[2(209) + 5(0)\right]$$

الباقي واجب ..................... وغير مسموح الخطأ

$$\Delta G_r^0 = \boxed{-2468}\ \text{KJ/mol}$$

التفاعل تلقائى لانه سالب



## تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

يتضمن التغير في $\Delta G$ حسب معادلة كبس عاملين هما :-

**أ ـ الانثالبى $\Delta H$**

باعث (-)

ماص (+)

**ب ـ الانتروبي $\Delta S$**

من لا انتظام الى انتظام (-)

من انتظام الى لا انتظام (+)

---

علما إن $\Delta S$ تتأثر بسالب الموجود في علاقة كبس

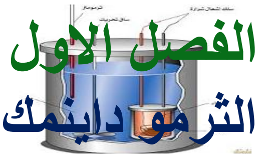
$$-T(-\Delta S) = \underset{\Delta S}{\boxed{+}}$$

او

$$-T(+\Delta S) = \underset{\Delta S}{\boxed{-}}$$

وبشكل عام أشاره كل من $\Delta H$ و $\Delta S$ تؤثر على قيمة أشاره $\Delta G$ بالمعطيات الأربعة :-

| ت | $\Delta H$ | $-T(\Delta S)$ | $\Delta G$ | مثال |
|---|---|---|---|---|
| ١- | + | $\boxed{-} = (- \times +)$<br>من القانون | يجري التفاعل تلقائي عند درجات الحرارة العالية أي نجعل قيمة $T\Delta S$ كبيرة وهي سالبة فان التفاعل تلقائي وعتد انخفاض درجة الحرارة يكون تلقائي باتجاه الخلفي | تفكك<br>$2HgO_{(s)} \xrightarrow{\text{ماص}} 2Hg_{(\ell)} + O_{2(g)}$<br>من النظام الى عشوائية<br>$\xrightarrow{\hspace{1cm}}$<br>$\Delta S+$ |
| ٢- | + | $\boxed{+} = (- \times -)$<br>من القانون | تكون $\Delta G$ دائما موجبة ويكون غير تلقائي في جميع درجات الحرارة ويكون تلقائي باتجاه الخلفي عند درجات الحرارة جميعا | تفكك<br>ماص<br>$3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$<br>نحو الانتظام $\xrightarrow{-\Delta S}$ |
| ٣- | − | $\boxed{-} = (- \times +)$<br>من القانون | $\Delta G$ دائما سالبة أي ان التفاعل دائما تلقائي في جميع درجات الحرارة | باعث<br>$2H_2O_{2(\ell)} \rightarrow 2H_2O_{(\ell)} + O_{2(g)}$<br>$\xrightarrow{(+)\Delta S}$<br>نحو العشوائية |
| ٤- | − | $\boxed{+} = (- \times -)$<br>من القانون | يجري التفاعل تلقائي عند درجة الحرارة المنخفضة لتصبح $\Delta H$ اكبر من $T\Delta S$ ويكون تلقائي باتجاه الخلفي عند رفع درجة الحرارة (اي بالعكس) | اتحاد<br>$NH_3 + HCl \xrightarrow{\text{باعث}} NH_4Cl$<br>$\xrightarrow{-=\Delta S}$<br>نحو الانتظام |



**سؤال خارجي**

التفاعل الآتي الماص للحرارة وضح بموجب علاقة كبس . متى يكون التفاعل تلقائيا

$$NH_4Cl_{(s)} \rightarrow HCl_{(g)} + NH_{3(g)}$$

**الحل**

$\Delta H = +$ لأنه ماص

$\Delta S = +$ لأن التحول نحو العشوائية

$$\Delta G^0 = \Delta H - T\Delta S$$

$$+ \quad \underbrace{- \quad +}$$

$$\Delta G^0 = + / -$$

يكون تلقائي عند تسخين أي رفع درجة الحرارة لكي تصبح قيمة $\Delta H < T\Delta S$ لكي يكون تلقائي (—)

**سؤال خارجي**

التفاعل الاتي ماص للحرارة ناقش بموجب علاقة كبس متى يكون التفاعل غير تلقائي

$$2NH_{3(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$$

**الحل**

$\Delta H = +$ لأنه ماص

$\Delta S = +$ لأن التحول نحو العشوائية

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S$$

$$+ \quad \underbrace{- \quad +}$$

$$\Delta G^0 = + / -$$

يكون تبريد التفاعل أي (خفض درجة الحرارة ) لكي تصبح قيمة $T\Delta S < \Delta H$ فيكون التفاعل غير تلقائي (+)

**سؤال خارجي**

يذوب حامض الكبرتيك في درجات الحرارة الاعتيادية تلقائيا ويصاحب ذلك سخونة المحلول . هل يذوب الحامض في الماء المثلج ناقش ذلك بموجب علاقة كبس

**الحل**

$\Delta H = +$ لأنه ماص

$\Delta S = +$ لأن التحول نحو العشوائية

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S$$

$$\underbrace{- \quad +}$$

$$\Delta G^0 = - / -$$

يكون تلقائي عند تسخين أي رفع درجة الحرارة لكي تصبح قيمة $\Delta H < T\Delta S$ لكي يكون تلقائي (—)

$$\Delta G^0 = - / -$$

**سؤال خارجي** متى يكون التفاعل الماص للحرارة تلقائي . وضح ذلك بموجب علاقة كبس

**الحل**

$\Delta H = +$ لأنه ماص

$$\Delta G^0 = \Delta H - T\Delta S$$

$+ \quad \underbrace{- \quad +}$

$\Delta G^0 = + / -$

$\Delta S = +$ يجب ان تكون موجبة لكن بشرط رفع درجة الحرارة لكمي تصبح فيه $\Delta H < T\Delta S$

$\Delta G^0 = -$

لو فرضنا $\Delta S = -$ يظهر فيها التفاعل غير تلقائي في جميع الظروف

**سؤال واجب** متى يكون التفاعل الباعث للحرارة غير تلقائي ناقش ذلك بموجب قاعدة كبس:-

**سؤال واجب** أيهما يحدث تلقائيا ذوبان غاز $CO_2$ في الماء الساخن ام الماء البارد ؟

$H_2O + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_3 \qquad \Delta H = -$

## حسابات $\Delta G_r^0$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0 - \sum nS^0$$

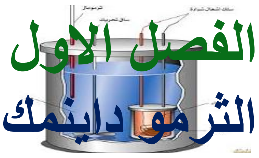
$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$$

298

KJ/mol

طريقة $\Delta H_r^0$ طريقة المعادلات

القانون أعلاه يتعامل بالوحدات الكبيرة



**تمرين (1 - 14)**

إذا كان لدينا التفاعل الأتي :

$HCOOH_{(l)} \longrightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(l)}$ فإذا كانت قيمة $\Delta H^o_r$ للتفاعل تساوي 16 kJ / mol والتغير في الانتروبي $\Delta S^o_r$ يساوي 234 J/k. mol احسب قيمة التغير في الطاقة الحرة القياسية للتفاعل عند الظروف القياسية $25\ ^0C$ وضغط 1atm . وهل التفاعل تلقائي أم لا ؟

**الحل**

$$\Delta G^0_r = \Delta H^0_f - 298\ \Delta S^0$$

نّحول وحدات $\Delta S^0_r$ الى KJ/mol

$$\Delta S^0_r = \frac{234}{1000} = 0.234\ KJ/mol$$

$$\Delta G^0_r = 16 - 298 \times 0.234$$

$$\Delta G^0_r = 16 - 69.732$$

$$\Delta G^0_r = \boxed{-\ 53.732}\ KJ/mloe$$

التفاعل تلقائي

**تمرين (1 - 13)**

احسب $\Delta G^0_r$ للتفاعل التالي عند $25\ C^0$ و ضغط 1 atm حيث

تم حساب $-3536 = \Delta H^0_r$ وكذلك تم حساب $374\ J = \Delta S^0_r$

$\Delta G^0_r = ?$ $C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O$

**الحل**

يمكن إيجاد $\Delta G^0_r$ من علاقة كبس لان المعلومات السؤال تدل على ذالك من خلال قيم $\Delta H$ و $\Delta S$ اما درجة الحرارة فهي واضحة

$$T_K = C^0 + 273 \Rightarrow T_K = 25 + 273 = 298\ K$$

$$\Delta G^0_r = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G^0_r = -3536 - 298 \times 0.374$$

$$\Delta G^0_r = -3536 - 111.552$$

$$\Delta G^0_r = -3647.5 \quad KJ/mol$$

التفاعل تلقائي لان اشارة $\Delta G$ سالبة

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

# حساب انتروبي التغيرات الفيزيائية

تعلمت في فقرات سابقة ان انثالبي التبخر $\Delta H_{VaP}$ هو تحول المادة من الحالة السائلة الى حالة الغازية (البخار) عند درجة حرارة تسمى بدرجة الغليان $T_b$ (boiling) وان انثالبي الانصهار $\Delta H_{fus}$ هو تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة السائلة بدرجة حرارة تسمى حرارة الانصهار $T_m$ (melting) حيث ان درجة حرارة الانصهار ودرجة حرارة الغليان هما درجتان حراريتان (يحدث عندهما اتزان بين ضغط بخار الماء الصلب او السائل مع الضغط الجوي ) وهذا يعني ان قيمة $\Delta G$ عند هذه الدرجات بالتحديد تساوي صفراً . لذلك تصبح علاقة كبس كما يلي :-

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$0 = \Delta H - T\Delta S$$

$$T\Delta S = \Delta H$$

ومنها نحصل على

للتبخر

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

للانصهار

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T_m}$$

## ملاحظات

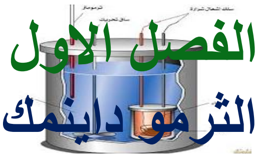
١ـ يعتبر تحول المادة من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية بعملية التسامي (Sublimation)

$$\Delta H_{Sub} = \Delta H_{fus} + \Delta H_{vap}$$

التسامي انصهار تبخر

٢ـ درجة غليان الماء $T_b = 100C^0$ أي 373 K وان درجة انصهاره $Tm = 0C^0$ أي 373 K

قد لا تعطى للطالب ........او الطالبة



# علاقة تروتن

لاحظ العالم تروتن ان قيمة الانتروبي لأغلب السوائل هي قيمة ثابتة ويستفاد من هذه العلاقة لحساب انثالبي التبخر لسوائل من معرفة درجة غليانها:-

$$\Delta S_{vap} = 85\ \ J/K.mole$$

حيث تطبق هذه المعادلة لحساب انثالبيات التبخر للسوائل بشرط حدوث حالة الاتزان اي ان $\Delta G =$ صفرا بحث تصبح علاقة كبس كالاتي :- **قيمتها 85 للسوائل حفظ**

$$\Delta H_{vap} = \Delta S_{vap} * T_b$$

**مثال (1-13)** احسب $\Delta H_{Vap}$ للهكسان بوحدات KJ اذا علمت ان درجة غليان الهكسان = $69\ C^0$

**الحل**

نستخدم علاقة تروتن

$$T_K = 69 + 273$$

$$T_K = 342\ \ K^0$$

$$\Delta H_{Vap} = \Delta S \times T$$

$$\Delta H_{Vap} = 85\ \ J/K.mole \times 342$$

$$\Delta H_{Vap} = 29070\ \ J/mole$$

دائما وحدات $\Delta H$ بكيلو جول لذلك نلجأ الى تحويل وحدات الجول القادمة من $\Delta S$ الى الكيلو جول بالقسمة على 1000

$$\Delta H_{Vap} = \frac{29070}{1000}$$

$$\Delta H_{Vap} = 29\ \ KJ/mole$$

**تمرين (1-15)** احسب التغيير في الانتروبي للتحول الفيزيائي التالي :-

$$H_2O_{\ell} \rightleftharpoons H_2O_g$$

**الحل**

$\Delta H_{Vap} = 44$ عند درجة غليان الماء $100\ \ C^0$

$$T_K = 100 + 273$$

$$T_K = 373\ \ K^0$$

$$\Delta S_{Vap} = \frac{\Delta H_{Vap}}{T_b}$$

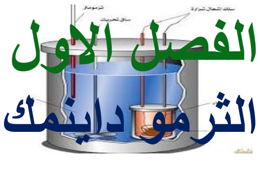
$$\Delta S_{Vap} = \frac{44}{373}$$

$$\Delta S = 0.118\ \ KJ/mol$$

هنا يجب تحويل وحدات $\Delta H$ وهي بكيلو جول الى وحدات $\Delta S$ وهي بـ جول لذلك نضرب في 1000

$$\Delta S = 0.118 \times 1000$$

$$\Delta S = 118\ \ J/K.mol$$



# مختصر الفصل الأول الثرموداينمك

كمية الحرارة المنبعثة في المسعر

$$q_P = \Delta H$$

KJ KJ

$$q_P = -\frac{s \times m \times \Delta T}{n}$$

منبعثة

$$n = \frac{m}{M}$$

عدد مولات المادة والمطلوب معرفة كمية الحرارة المنبعثة منها

m: موجودة في السؤال

M: موجودة في السؤال او يمكن حسابها من الكتل الذرية

1- غير مباشر

يمكن حسابها من مجموع انثالبيات لمعادلات ثانوية تابعة للمعادلة الاصلية (قانون هيس)

2 - مباشر

$$\sum n\Delta H_f^0{}_{P} - \sum n\Delta H_f^0{}_{R}$$

P: للمواد الموجودة في ناتج المعادلة الكيميائية

R: للمواد الموجودة في متفاعلات المعادلة الكيميائية

بحيث للعناصر الموجودة في التفاعل تساوي صفرا وهي بأثبت صورها

## أنواع الانثالبيات المصاحبة للتفاعلات الكيميائية الباعثة −

## او الممتصة + والمحسوبة في STP ← $25\ C^0$ $1\ atm$

$$\Delta H_r^0$$

### 1 انثالبي التكوين (دائما باعث −)

$\Delta H_f^0$

معادلة التكوين

$$H_2 + S + 2O_2 \rightarrow 1H_2SO_4$$

معيني

عناصر أولية بأثبت صورها

مول واحد

مول واحد من الناتج

### 2 انثالبي الاحتراق (دائما باعث −)

$\Delta H_C^0$

معادلة الاحتراق

وفرة من الاوكسجين

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

مول واحد

ناتج المركب العضوى دائما

مول واحد من المواد المحترقة

### 3 انثالبي التفكك (دائما ممتصة +)

$\Delta H^0$

معادلة التفكك

عكس التكوين

$$H_2SO_4 \rightarrow H_2 + S + 2O_2$$

مول واحد عناصر أولية

وبعكس إشارة انثالبي $\Delta H_f^0$

مول واحد من المتفكك

### 4 $\Delta H^0$ التغيرات الفيزيائية

+ او −

تبخر +

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(g)}$$

تكثيف −

$$H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(L)}$$

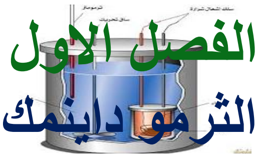
انصهار +

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}$$

انجماد −

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)}$$

مول واحد في جميع التغيرات



# العمليات التلقائية ومفهوم كبس

انتروبي التفاعل 298 K درجة الحرارة

انثالبي التفاعل

$$\Delta G_r^0 = \Delta H_r^0 - T\Delta S_r^0$$

ايجادها من

$$\sum_P n\Delta S^0 - \sum_R n\Delta S^0$$

تعطى لجميع المواد (عناصر ومركبات) وبعد ايجاده يتم تحويلها الى وحدات KJ

ايجادها من

$$\sum_P n\Delta G_f^0 - \sum_R n\Delta G_f^0$$

مباشرة

$$\sum_P n\Delta H_f^0 - \sum_R n\Delta H_f^0$$

للعناصر الحرة = 0

في STP

غير مباشرة

من قانون هيس

عند Tm درجة الانصهار و Tp درجة الغليان عندها تكون حالة الاتزان أي $\Delta G = 0$

$$T\Delta S = \Delta H_{KJ}$$

علاقة تروتن 85 J/K.mol → يتم تحويلها الى وحدات KJ

---

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\Delta H$: + ماص او − باعث

$T\Delta S$: + عشوائي او − انتظام

$\Delta G =$ نأخذ إشارة الكبير → حسب معادلة التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي يحدث تلقائي او لا يحدث

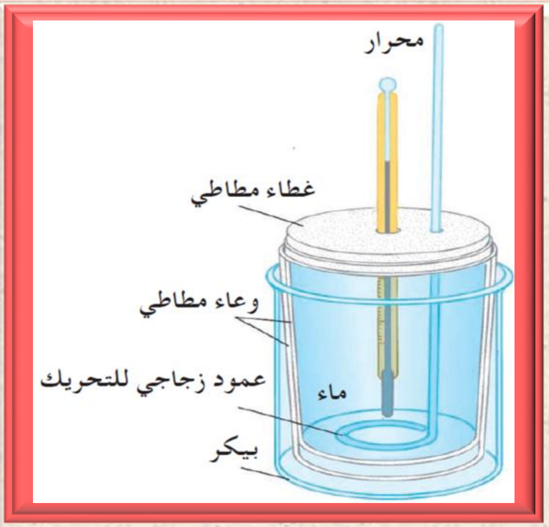
$\Delta G$: + غير تلقائي او − تلقائي

ومن خلال هذه العلاقة يمكن حساب درجة الحرارة ليصبح فيها التفاعل او التغير تلقائي او غير تلقائي حسب المطلوب في السؤال من معرفة $\Delta S, \Delta H$

# حل أسئلة الفصل الأول

**سؤال (1-8)** صف المسعر الحراري الذي تتم بواسطته قياس الحرارة الممتصة او المنبعثة عند ثبوت الضغط ( $q_p$ ) اي الانثالبي ( $\Delta H$ )

**الحل** المسعر (Calorimeter) هو جهاز يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل) ممتصة او منبعثة في التفاعلات الكيميائية عند ثبوت الضغط حيث يتكون من وعاء للتفاعل مغمور في كمية معينة من الماء (معروفة الكتلة ) موجودة في وعاء معزول عزلا جيدا كما في الشكل التالي وبما ان الحرارة المتحررة من التفاعل ترفع درجة حرارة الماء والمسعر لذا يمكن قياس كميتها من الزيادة في درجة الحرارة اذا كانت السعة الحرارية للمسعر ومحتوياته معروفة



**سؤال (1-9)** قطعة من الفضة كتلتها 360 g وسعتها الحرارية $86 \ J/C^0$ احسب حرارتها النوعية

**الحل** الكتلة X الحراة النوعية =السعة الحرارية

$$C = \varsigma \times m$$

$$\therefore \varsigma = \frac{C}{m} \Rightarrow \frac{86 \ J/C^0}{360 \ g} = 0.24 \quad J/g.C^0$$

**سؤال (1-11)** احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات KJ من 350 g زئبق عند تبريدها من $77 \ C^0$ الى $12 \ C^0$ اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق (0.14)

**الحل**

$$\Delta T = T_2 - T_2$$

$$\Delta T = 12 - 77$$

$$\Delta T = -65$$

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.14 \times 350 \times -65$$

$$q = 1.4 \times 35 \times -65$$

$$q = -3185 \quad J \Rightarrow q = \frac{-3185}{1000} \Rightarrow -3.185 \simeq -3.2 \quad KJ$$

**سؤال (1-12)** واجب عليكم

**سؤال (1-13)** سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها $155\ g$ من درجة حرارة $25\ C^0$ الى $40\ C^0$ ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها $5700\ J$ احسب الحرارة النوعية لتلك المادة

**الحل**

$$\Delta T = T_2 - T_2$$

$$\Delta T = 40 - 25$$

$$\Delta T = 15\ C^0$$

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$\varsigma = \frac{q}{m \times \Delta T}$$

$$\varsigma = \frac{5700\ \ J}{155 \times 15}$$

$$\varsigma = \boxed{2.45}\ \ J / g.C^0$$

**سؤال (1-14)** $4.5\ g$ من حبيبات الذهب امتصت $276\ \ J$ من الحرارة عند تسخينها فاذا علمت ان الحرارة الابتدائية كانت $25\ \ J/C^0$ احسب درجة الحرارة النهائية التي سخنت اليها اذا علمت ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ \ J/g.C^0$

**الحل**

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{q}{\varsigma \times m} \Rightarrow \frac{276}{0.13 \times 4.5} \Rightarrow \frac{276}{0.585}$$

$$\Delta T \simeq 471.8 \qquad \because \Delta T = T_2 - T_1$$

$$\therefore T_2 = \Delta T + T_1 \Rightarrow T_2 = 471.8 + 25$$

$$T_2 = 496.8\ \ C^0$$

471.8
25.0
496.8

**سؤال (1-15)** جد قيمة $\triangle G_r^0$ للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا أعطيت المعلومات الاتية :- $\Delta H_f^0(CO) = -110.5\ \ KJ/mol$

$S^0(O_2) = 205\ \ J/K.mol$ $\qquad \Delta H_f^0(CO_2) = -393.5\ \ KJ/mol$

$S^0(CO_2) = 214\ \ J/K.mol$ $\qquad S^0(CO) = 198\ \ J/K.mol$

**الحل**

❖ نستخرج أولا $\Delta H_r^0$ من حرارة تكوين كل مادة موجودة في معادلة التفاعل بحيث $\Delta H_f^0$ للعنصر الحر = صفرا

**تابع الحل س 15**

$$\Delta H_r^0 = \left[2(-393.5)\right] - \left[2(-110.5)\right]$$

$$\Delta H_r^0 = -787 - (-221)$$

$$\Delta H_r^0 = -787 + 221$$

$$\Delta H_r^0 = -566 \ KJ$$

## رحلة التفوق في السادس

- ❖ ثم نستخرج قيمة $\Delta S_r^0$ من انتروبي كل مادة موجودة في معادلة التفاعل

$$\Delta S_r^0 = \left[2(214)\right] - \left[2(198) + (205)\right]$$

$$\Delta S_r^0 = 428 - (396 + 205)$$

$$\Delta S_r^0 = 428 - 601$$

$$\Delta S_r^0 = -173 \ J/K.mol$$

$$\Delta S_{r\ KJ}^0 = 0.173 \ KJ/K.mol$$

- ❖ وبعد استخراج $\Delta S_r^0$ بوحدات الجول يتم تحويلها الى وحدات الكليو جول

ليش .........

- ❖ والان يمكنك كتابة علاقة كبس وتعويضها لاستخراج الطاقة الحرة القياسية بحيث درجة الحرارة

$$T_K = 25 + 273$$

$$T_K = \boxed{298} \ K$$

$$\boxed{\Delta G_r^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0}$$

$$\Delta G_r^0 = -566 - (298 \times (-0.173))$$

$$\Delta G_r^0 = -566 + 51.554$$

$$\Delta G_r^0 = -514.446 \ KJ$$

**سؤال (1-16)** عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية $2.4 \ KJ/C^0$ فان درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار $0.12 \ C^0$ احسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول

**الحل**

بما ان درجة حرارة المسعر قد ارتفعت اذن التفاعل داخل المسعر هو باعث للحرارة (-)

- ❖ مقدار الارتفاع يمثل $\Delta T$ هذا يعني ان

$$\Delta T = 0.12 \ C^0$$

- ❖ دائما كمية الحرارة تساوي انثالبي التفاعل تحت ضغط ثابت

$$q = C \times \Delta T$$

$$q = 2.4 \times 0.12$$

$$q = (-)\, 0.288 \ KJ$$

$$q = -0.288 \times 1000$$

$$q = -288 \ J$$

$$q_P = \Delta H \Rightarrow \boxed{-288 \ J}$$

**سؤال (19-1)** في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستلين M = 26 g/mol فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق = 130 KJ ، احسب انثالبية التكوين القياسية للاستلين اذا علمت ان $\Delta H_f^0(H_2O) = -286\ KJ/mol$ $\Delta H_f^0(CO_2) = -393.5\ KJ/mol$

**الحل**

بما ان كمية الحرارة منبعثة

اذن q = (–)

❖ نحسب كمية الحرارة لمول واحد من الاستلين

$$n = \frac{2.6}{26}$$

n = 0.1 mol للاستلين

$$q = (-)\ 130\ KJ$$

$$q_{1\ mol} = \frac{-130}{0.1} = \boxed{-1300}\ KJ$$

$$\Delta H = q \Rightarrow -1300\ KJ$$

وهي تمثل الحرارة المتحررة من احتراق الاستلين

$$C_2H_2 + 5/2\ O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O \qquad \Delta H_r^0 = -1300$$

$$\Delta H_r^0 = \sum n\Delta H_f^0 \qquad - \sum n\Delta H_f^0$$

$$-1300 = \left[2(-393.5) + (-286)\right] - \left[X + (0)\right]$$

$$-1300 = -787 - 286 - X$$

$$X = 1073 + 1300$$

$$X = +227\ KJ/mol$$

**سؤال (20-1)** احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f^0(Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية $\Delta H_C^0(Al)$ في التفاعل الآتي :

$$4Al_{(s)} + 3O2_{(g)} \rightarrow 2Al_2O3_{(s)} \quad \Delta H_r^0 = -3340\ kJ$$

**الحل**

لاحظ وحدات حرارة التفاعل الاعتيادية أي اجراء رياضي يتخذ على المعادلة في الحرارية يتخذ مباشرة على أنواع $\Delta H^0$

1 ـ نقسم المعادلة العامة على رقم 2 لإيجاد $\Delta H_f^0$ لـ $Al_2O_3$

$$\underset{(s)}{2\,Al} + \underset{(g)}{3/2\ O_2} \xrightarrow{\quad} \underset{(s)}{1Al_2O_3} \qquad \Delta H_f^0 = -1670\ KJ/mol$$

2 ـ نقسم المعادلة العامة على رقم 4 لإيجاد $\Delta H_C^0$ لـ **Al**

$$\underset{(s)}{1\,Al} + \underset{(g)}{3/4\ O_2} \xrightarrow{\quad} \underset{(s)}{1/2\ Al_2O_3} \qquad \Delta H_C^0 = -835\ KJ/mol$$

**سؤال (22-1)**

إذا أعطيت المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$

$1-\frac{1}{2}N_2 + O_2 \rightarrow NO_2 \qquad \Delta H_r^0 = 33\ KJ$

$2-N_2 + 2O_2 \rightarrow N_2O_4 \qquad \Delta H_r^0 = 11\ KJ$

$2NO_2 \rightarrow N_2O_4 \qquad \Delta H_r^0 = ?\ KJ$

**الحل**

المعادلة رقم (1) تقلب X 2 المعادلة رقم (2) تبقى كما هي

$1-2NO_2 \rightarrow \cancel{N}_2 + 2\cancel{O}_2 \qquad \Delta H_r^0 = -66\ KJ$

$2-\cancel{N}_2 + 2\cancel{O}_2 \rightarrow N_2O_4 \qquad \Delta H_r^0 = 11\ KJ$

$2NO_2 \rightarrow N_2O_4 \qquad \Delta H_r^0 = -55\ KJ$

**سؤال (23-1)**

اذا كان لديك المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط $1\ atm$

$1-FeO + H_2 \rightarrow Fe + H_2O \qquad \Delta H_r^0 = 25\ KJ$

$2-3FeO + 1/2\ O_2 \rightarrow Fe_3O_4 \qquad \Delta H_r^0 = -318\ KJ$

$3-H_2O \rightarrow H_2 + 1/2\ O_2 \qquad \Delta H_r^0 = -242\ KJ$

$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \qquad \Delta H_r^0 = ?\ KJ$

احسب $\Delta H_r^0$ للتفاعل التالي

**الحل**

المعادلة رقم (1) تقلب X 3 المعادلة رقم (2) تبقى كما هي

المعادلة رقم (3) تقلب فقط

$1-3Fe + 3H_2O \rightarrow 3\cancel{F}eO + 3H_2 \qquad \Delta H_r^0 = -75\ KJ$

$2-3\cancel{F}eO + 1/2\ \cancel{O}_2 \rightarrow Fe_3O_4 \qquad \Delta H_r^0 = -318\ KJ$

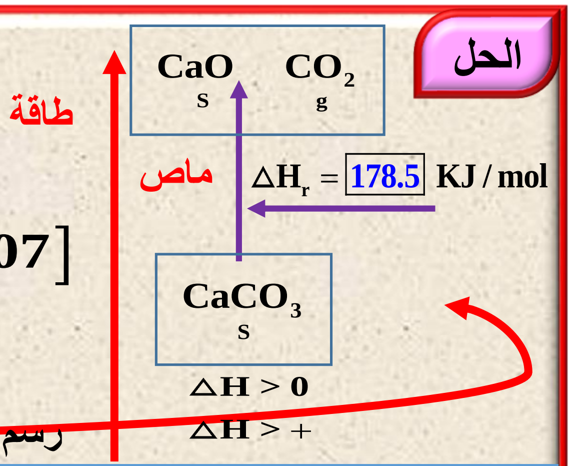
$3-H_2O \rightarrow H_2 + 1/2\ \cancel{O}_2 \qquad \Delta H_r^0 = +242\ KJ$

$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \qquad \Delta H_r^0 = -151\ KJ$

اذا تكررت المادة في اكثر من معادلة مثل ($H_2$ و $H_2O$) فلا يؤخذ بها عند المقارنة بالمعادلة الاصلية

**سؤال (1-24)** تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية $\underset{s}{CaCO_3} \rightarrow \underset{s}{CaO} + \underset{g}{CO_2}$ قيمة $\Delta S^0_r$ للتفاعل $160\ J/K.mol$ فاذا علمت ان $\Delta H^0_f$ لكل من $CO_2$ و $CaO$ و $CaCO_3$ هي على التوالي $(-393.5\ ,\ -635\ ,\ -1207)$ جد :- **1** ــ $\Delta H^0_r$ للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة **2** ــ $\Delta G^0_r$ للتفاعل **3** ــ درجة الحرارة التي سيصبح عندها التفاعل تلقائي

**الحل**



رسم مخطط الطاقة

**1**

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$
$$\quad -1207 \qquad\quad -635 \qquad -393.5$$

$$\Delta H^0_r = \left[-635 + (-393.5)\right] - \left[-1207\right]$$

$$\Delta H^0_r = -1028 + 1207$$

$$\Delta H^0_r = \boxed{+178.5}$$

---

**2**

- عند تطبيق علاقة كبس يجب ان تكون الظروف القياسية ان

$$T = 25 + 273$$
$$T = 298\ K$$

- دائما ولا تنسى ٠٠٠٠ وحدات $\Delta S$ في علاقة كبس يجب وضروري تكون KJ

$$\Delta S = \frac{16\cancel{0}}{100\cancel{0}}$$

$$\Delta S = \boxed{0.16}\ KJ$$

$$\boxed{\Delta G^0_r = \Delta H^0_r - T\Delta S^0_r}$$

$$\Delta G^0_r = 178.5 - (298 * 0.16)$$

$$\Delta G^0_r = 178.50 - 47.68$$

$$\Delta G^0_r = \boxed{130.82}\ KJ$$

---

**3**

دائما عند إيجاد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعل تلقائي نفرض ان $\Delta G$ تساوي صفرا وكأنما حالة اتزان

$$\Delta G^0_r = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$\therefore\ T = \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0}$$

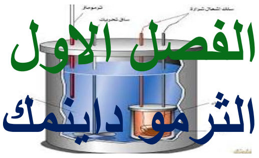
$$T = \frac{178.50}{0.16}$$

$$T = \boxed{1115.6}$$

هذه الدرجة التي يكون فيها $\Delta G = 0$

ولأجل ان نجعل التفاعل تلقائي يعني بقيمة سالبة يجب ان تكون $T\Delta S$ اكبر لأنها تحمل الإشارة السالبة $(-T\Delta S)$

اذن يجب تسخين التفاعل اكثر من هذه الدرجة لكي تكون قيمة $(T\Delta S > \Delta H)$



**سؤال (1-25)** احسب $\Delta H_r^0 = ?$ للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $C^0$ 25 وضغط 1 atm اذا اعطيت المعلومات التالية

$$\underset{\Delta H_f^0=-46}{2NH_3} + \underset{0}{3O_2} + \underset{\Delta H_f^0=-75}{2CH_4} \rightarrow \underset{\Delta H_f^0=135}{2HCN} + \underset{\Delta H_f^0=-242}{6H_2O}$$

**الحل**

$$\Delta H_r^0 = \left[2(135)+6(-242)\right]-\left[2(-46)+2(-75)\right]$$

$$\Delta H_r^0 = [270-1452]-[-92+(-150)]$$

$$\Delta H_r^0 = [-1182]-[-92-150] \Rightarrow \Delta H_r^0 = [-1182]-[-310]$$

$$\Delta H_r^0 = -1182+242 \Rightarrow \Delta H_r^0 = \boxed{-940}\ \text{KJ/mloe}$$

**سؤال (1-27)** احسب $\Delta S_r^0$ للتفاعل التالي عند درجة حرارة $C^0$ 25 وضغط 1 atm

$$\underset{S=192}{N_2} + \underset{S=131}{3H_2} \rightarrow \underset{S=193}{2NH_3}$$

**الحل**

$$\Delta S_r^0 = \sum n\ S^0 \ \text{نواتج} \quad - \quad \sum n\ S^0 \ \text{متفاعلات}$$

$$\Delta S_r^0 = \left[2(193)\right]-\left[192+3(131)\right]$$

$$\Delta S_r^0 = [386]-[192+393] \Rightarrow \Delta S_r^0 = [386]-[585]$$

$$X = 386-585 \Rightarrow X = -199\ \text{KJ/mole}$$

**سؤال (1-28)** ماذا نعني بالعملية التلقائية وضح ذلك ثم اعطي مثالين لكل من العمليات التلقائية والغير تلقائية ؟

**الحل**

العمليات التلقائية :- إي عملية فيزيائية أو كيميائية يمكن إن تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير من إي عامل خارجي ومن أمثلة العمليات التلقائية

١- سقوط الماء من اعلى الشلال
٢- ذوبان قطعة من السكر

أمثلة العمليات الغير تلقائية

١- صعود الماء إلى أعلى الشلال ٢- تجمع السكر إلى شكله الابتدائي

**سؤال (1-29)** أي من العلميات تلقائية وايهما غير تلقائية **(أ)** ذوبان ملح الطعام في الماء **(ب )** تسلق قمة ايفرست **(جـ)** انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء القنينة **(د)** فصل الهليوم والنيون من مزيج من الغازات

**الحل** أ - تلقائية ب- تلقائية جـ - غير تلقائية د- غير تلقائية

**سؤال (1-30)** عرف الانتروبي . وما هي وحدات الانتروبي حسب نظام الدولي للوحدات (SI)

**الحل** **الانتروبي :-** دالة ثرموديناميكية تصف الى مدى تصل درجة لا انتظام النظام أي انها مقياس للعشوائية (لا انتظام النظام ) يرمز لها بالرمز S

**سؤال (1-31)** للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة $\triangle S_r^0$ للتفاعل بوحدات J / K.mol علما ان $\triangle G_f^0\left(H_2O\right) = -288\ KJ/mol$ $\triangle H_f^0\left(H_2O\right) = -242\ KJ/mol$

**الحل**

$$\boxed{\triangle G_r^0 = \triangle H_r^0 - T\boxed{\triangle S}^{?}}$$

$\triangle H_f^0$ لمكونات التفاعل

$$\triangle H_r^0 = \left[2\left(-242\right)\right] - \left[0+0\right]$$

$$\triangle H_r^0 = \boxed{-484}\ K.J$$

$\triangle G_f^0$ لمكونات التفاعل

$$\triangle G_r^0 = \left[2-\left(-228\right)\right] - \left[0+0\right]$$

$$\triangle G_r^0 = \boxed{-456}\ K.J$$

$$-456 = -484 - \left(298 * \triangle S_r^0\right)$$

$$-456 + 484 = -298 * \triangle S_r^0$$

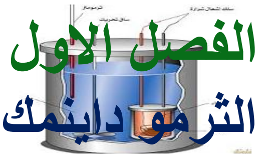
$$\triangle S_r^0 = \frac{+28}{-298} \Rightarrow \boxed{-0.094}\ KJ/K.mol$$

تحويل من كبير الى صغير نضرب X 1000

$$\triangle S_{r\ J}^0 = -0.094 * 1000$$

$$\triangle S_r^0 = -94\ J/K.mol$$

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z



**سؤال (1-32)** احسب $\Delta S_r^0$ للتفاعل الاتي عند $25\ C^0$ و ضغط 1 atm اذا أعطيت المعلومات الاتية $SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow SiH_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

$S^0(O_2) = 206\ J/k.mole$ $\quad S^0(SiH_4) = 205\ J/k.mole$

$S^0(H_2O) = 70\ J/k.mole$ $\quad S^0(SiH_2) = 42\ J/k.mole$

**الحل**

$$\begin{array}{ccccccc} SiH_{4(g)} & + & 2O_{2(g)} & \rightarrow & SiH_{2(g)} & + & 2H_2O_{(l)} \\ (205) & & 2(206) & & (42) & & 2(70) \\ & & 412 & & 42 & & 140 \end{array}$$

$$\Delta S_r^0 = \sum_{(P)} nS^0 - \sum_{(R)} nS^0$$

$$\Delta S_r^0 = [140 + 42] - [205 + 412]$$

$$\Delta S_r^0 = 182 - 617$$

$$\Delta S_r^0 = -\ 435\ J/K.mol$$

**سؤال (1-34)** عرف طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية وما هي وحداتها

**الحل**

$(\Delta G_f^0)$ وهي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من أي مركب من عناصره الأساسية بأثبت صورها عند الظروف القياسية عند رجة حرارة $25\ C^0$ وضغط 1 atm ووحداتها هي LJ/mol

**سؤال (1-35)** اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز $CO$ , $H_2$ , $CH_3OH$ بوحدات $K.J/mol$ هي على التوالي $(-284\ ,\ -286\ ,\ -727)$ احسب $\Delta H_r^0$ باستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي

$$\boxed{CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad \Delta H_r^0 = ?}$$

**الحل**

من معلومات السؤال نجد معادلات احتراق كل من $CH_3OH$ , $H_2$ , $CO$

$$1-\ CO + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_C^0 = -284$$

$$2-\ H_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O \qquad \Delta H_C^0 = -286$$

$$3-\ CH_3OH + \tfrac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H_C^0 = -727$$

معادلة رقم 1 كما هي لأنه CO فيها يساوي المعادلة الموزونة

نضرب معادلة رقم 2 في 2 لأنه $H_2$ فيها مول واحد وفي الاصلية مولين

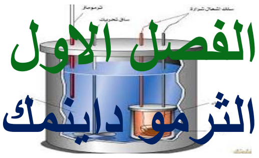
نقلب معادلة رقم 3 بسبب $CH_3OH$ يجب ان يكون في النواتج كما في المعادلة الاصلية

$$1-\ CO + \cancel{\tfrac{1}{2}O_2} \rightarrow \cancel{CO_2} \qquad \Delta H^0 = -284$$

$$2-\ 2H_2 + \cancel{O_2} \rightarrow \cancel{2H_2O} \qquad \Delta H^0 = -572$$

$$3-\ \cancel{CO_2} + \cancel{2H_2O} \rightarrow CH_3OH + \cancel{\tfrac{3}{2}O_2} \qquad \Delta H^0 = +727$$

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad \Delta H^0 = \boxed{129-}\ KJ$$



**سؤال (36-1)** جد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات الآتية تلقائية اذا علمت ان قيم $\Delta H$ و $\Delta S$

التفاعل A : $\Delta H = +126$ $\Delta S = +48$ J/K.mole

التفاعل B : $\Delta H = -12$ $\Delta S = -105$ J/K.mole

**الحل**

دائما عند ايجاد درجة الحرارة التي ستصبح عندها التفاعلات A و B تلقائية نفترض ان قيمة $\Delta G^0$ عند الاتزان تساوي صفراً

**التفاعل A**

هنا يجب تحويل $\Delta S$ الى وحدات KJ وذلك بالقسمة على 1000

$$\Delta S = \frac{48}{1000} = 0.048$$

$$\Delta G_r = \Delta H - T\Delta S$$

$$0 = \Delta H - T\Delta S \Rightarrow \boxed{T\Delta S = \Delta H}$$

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = \frac{126}{0.048\ KJ} = \boxed{2625}\ K$$

∴ يجب تسخين التفاعل الى اكثر من 2625 K ليجري تلقائيا لتصبح قيمة $T\Delta S$ كبيرة كمية موجبة $T\Delta S > \Delta H$ كمية سالبة

**التفاعل B**

$$\Delta S = \frac{-105}{1000} \Rightarrow -0.105$$

$$T = \frac{\cancel{-}12}{\cancel{-}0.105} = \boxed{114.3}\ K$$

∴ يجب تبريد التفاعل لأقل من درجة حرارة 114.3 K لكي يجري تلقائيا لتصبح

$$-\Delta H > +T\Delta S$$

كمية موجبة

كمية سالبة

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**ملاحظة**

ان درجة الحرارة التي تصبح عندها $\Delta G = 0$ هي 114.3 كيف ؟

$$\Delta G = -12 - (114.3 * -0.105)$$

$$\Delta G = -12 + 12 \Rightarrow \Delta G = 0$$

ولكي تصبح في السالب نخفض درجة الحرارة لتقل قيمة $T\Delta S$

**سؤال (37-1)** من قيم $\Delta H$ و $\Delta S$ تنبأ باي التفاعلين الآتيين يكون تلقائي عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط 1atm

**التفاعل A :** $\Delta H = 11 \qquad \Delta S = 30 \quad J/K.mole$

**التفاعل B :** $\Delta H = 2 \qquad \Delta S = 113 \quad J/K.mole$ اذا لم يكن كل من التفاعلين تلقائيا عند درجة حرارة $25\ C^0$ وضغط 1atm فباي درجة حرارة قد يكون تلقائيين

**الحل**

في هذا النوع من الأسئلة يجب توحيد وحدات $\Delta S$ و $\Delta H$ وذلك بتحويل $\Delta S$ الى كليو جول (KJ) تلقائيا عند درجة

$$\Delta G^0_r = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G^0_r = 11 - (298 \times 0.03) \Rightarrow \Delta G^0_r = 11 - 8.94$$

$$\Delta G^0_r = 2.06 \quad KJ/mole$$

التفاعل غير تلقائي لان قيمة $\Delta G^0_r$ موجبة ولإيجاد درجة الحرارة التي يكون فيها تلقائي نحسب درجة الحرارة والتي دائما يكون فيها $\Delta G^0_r =$ صفراً اي عند الاتزان

$$T = \frac{11}{0.03} = 366.7 \quad K$$

$$\Delta H \qquad T\Delta S$$

$$\Delta G = \boxed{+} \ / \ \boxed{-}$$

$$\Delta H < T\Delta S$$

اي عند تسخين التفاعل الى اكثر من (366.7) يكون التفاعل تلقائي

**التفاعل B**

$$\Delta G^0_r = 2 - (298 \times 0.113) \Rightarrow \Delta G^0_r = 2 - 33.67$$

$$\Delta G^0_r = -31.67 \quad KJ/mole$$

التفاعل تلقائي لان قيمة $\Delta G$ سالبة

**سؤال (38-1)** علل مما يأتي وفق علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

١- عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية
٢- لا يتحلل الماء إلى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية
٣- يذوب غاز ثاني اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة اثناء عملية الذوبان
٤- لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية
٥- تفكك أوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية

**الحل ١**

$\Delta H = +$ انصهار الجليد ماص للحرارة

$\Delta S = +$ تحول من انتظام الى عشوائي

$$H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$$

$$\Delta G = \underset{+}{\Delta H} - \underset{-}{(T\overset{+}{\Delta S})}$$

يجب ان تكون فيه $\Delta G = \boxed{-}$ انصهار الجليد تلقائي

اذن يجب ان تكون قيمة $\Delta H < T\Delta S$ وذلك برفع درجة الحرارة (T) تسخين

لأنها موجبة فيه
لأنها سالبة فيه

**الحل ٢**

$\Delta H = +$ تحلل الماء او تفككه عملية ماصة للحرارة

$\Delta S = +$ من انتظام (L) الى عشوائي (g)

$\Delta G = +$ لان التفاعل لا يحدث أي لا يتحلل الماء

$$H_2O_{(L)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = \underset{+}{+} - \underset{-}{(T\overset{+}{\Delta S})}$$

$\Delta G = +$ غير تلقائي

اذن هنا يجب خفض درجة الحرارة (تبريد التفاعل)

لكي تصبح فيه $T\Delta S < \Delta H$ ليكون غير تلقائي

رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**الحل ٣**

$$SO_{2\,(L)} + H_2O_{(L)} \longrightarrow H_2SO_{3\,(g)}$$

$\Delta H = -$ لان العملية مصحوبة بانبعاث حرارة

$\Delta S = -$ من عشوائي (g) الى انتظام (L)

$\Delta G = -$ لان $SO_2$ يذوب تلقائيا

لكي يصبح التفاعل تلقائي يجب خفض درجة الحرارة $T\Delta S$ صغيرة و $\Delta H$ كبيرة

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = - \;\; \overset{-}{\overrightarrow{-\;(T\Delta S)}}$$

$$- \;\; / \;\; +$$

$$\Delta G = -$$

**الحل ٤**

$$CaCO_{3\,(S)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(g)} + CO_{2\,(g)}$$

بدرجة حرارة عالية

$\Delta H = +$ لان التفاعل عند التفكك يكون ماص

$\Delta S = +$ لان التفاعل تحول من انتظام الى عشوائي

$\Delta G = +$ لا تتفكك أي غير تلقائي

لكي يصبح التفاعل تلقائي يجب تبريد التفاعل بخفض درجة الحرارة لكي يصبح $\Delta H$ كبيرة و $T\Delta S$ صغيرة

ولنفرض يصبح التفاعل تلقائي يجب ان تكون درجة الحرارة عالية جدا

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = + \;\; \overset{+}{\overrightarrow{-\;(T\Delta S)}}$$

$$+ \;\; / \;\; -$$

$$\Delta G = +$$

**الحل ٥**

$$2HgO_{(S)} \longrightarrow 2Hg_{(L)} + O_{2\,(g)}$$

$\Delta H = +$ لان التفاعل عند التفكك يكون ماص

$\Delta S = +$ لان التفاعل تحول من انتظام الى عشوائي

$\Delta G = -$ تتفكك HgO تلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = + \;\; \overset{+}{\overrightarrow{-\;(T\Delta S)}}$$

$$+ \;\; / \;\; -$$

$\Delta G = -$ تلقائي

رحلة التفوق في السادس

اذن يجب تسخين التفاعل رفع درجة الحرارة لكي تصبح فيه $T\Delta S$ كبيرة و $\Delta H$ تكون صغيرة

رحلة التفوق في السادس

# بعض التعاريف المهمة

## 1 ـ حرارة التفاعل $(\Delta H)$ التغير في الانثالبي

هي التغير في الحرارة المصاحب للتفاعل والتي يجري قياسها تحت ضغط ثابت وان $(\Delta H = q_P)$

رحلة التفوق في السادس

## 2 ـ التفاعل الماص للحرارة :-

وهو التفاعل الذي تكون فيه قيمة $(\Delta H)$ اكبر من الصفر أي ذات قيمة موجبة (+) وذلك ناتج من ان الطاقة الكامنة للمواد الناتجة اكبر من الطاقة الكامنة للمواد المتفاعلة .

## 3 ـ التفاعل الباعث للحرارة :-

وهو التفاعل الذي تكون فيه قيمة $(\Delta H)$ اقل من الصفر أي ذات قيمة سالبة (ــ) وذلك ناتج من ان الطاقة الكامنة للمواد الناتجة اقل من الطاقة الكامنة للمواد المتفاعلة .

## 4 ـ المسعر الحراري :-

هو عبارة عن جهاز معزول حراريا (الحرارة لا يمكن فقدها من المحيط) يستخدم لقياس حرارة التفاعل (انثالبي التفاعل ) المنبعثة او الممتصة في التفاعل الكيميائي عند ثبوت الضغط

## 5 ـ انثالبي التبخر $\Delta H^0_{Vap}$

وتعني كمية الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد في المادة من حالتها السائلة الى الحالة الغازية

## 6 ـ انثالبي التكثيف $\Delta H^0_{Cond}$

وتعني كمية الحرارة اللازمة لتكثيف مول واحد من المادة من حالتها الغازية الى الحالة السائلة

## 7 ـ انثالبي الانصهار $\Delta H^0_{fus}$

وتعني كمية الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة من حالتها الصلبة الى الحالة السائلة

## 8 ـ انثالبي الانجماد $\Delta H^0_{Cryst}$

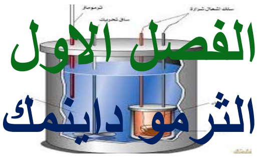
وتعني كمية الحرارة للازمة لانجماد مول واحد من المادة بحالتها السائلة الى الحالة الصلبة

## 9 ـ طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية $\Delta G^0_f$

هي مقدار الطاقة الحرة القياسية عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأساسية وبأثبت صورها تحت ظروف قياسية $(1\ atm\ \ 25\ C^o)$

## 10 ـ علاقة تروتن

وهي العلاقة التي تستخدم لحساب انثالبي التبخر للسوائل من معرفة درجة حرارة غليانها حيث لاحظ تروتن ان قيمة $\Delta S_{Vap}$ لأغلب السوائل تساوي قيمة ثابتة وهي $(85\ J/K.mol)$



# بعض التعاليل المهمة

1 ـ لا يهتم علم الثرمو داينمك بعامل الزمن

لأنه يتنبئ فقط فيما اذا كان تفاعل معين قابل للحدوث او غير قابل دون ان يبين سرعة حدوث هذا التغير لان السرعة من اهتمام علم الحركيات

2 ـ يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية ؟

لان كمية الحرارة الممتصة او المتحررة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل ؟

3 ـ غالبا ما نلاحظ ظهور كسور في المعادلة الكيميائية الحرارية ؟

وذلك بسبب كتابة المعادلة الكيميائية التي تمثل تكوين مول واحد من المركب المراد تكوينه لذا نلجأ الى تغير عدد مولات المواد المتفاعلة .

4 ـ لقانون هيس أهمية كبيرة ؟

لأنها طريقة غير مباشرة في حساب الانثالبي لان هنالك العديد من المركبات الكيميائية لا يمكن تصنيعها بشكل مباشر من عناصرها لأسباب عديدة منها ان التفاعل يسير ببطيء . او تكوّن مركبات جانبية غير مرغوب فيها .

5 ـ اغلب التفاعلات الباعثة للحرارة تلقائية ؟

لان يرافقها انخفاض في الطاقة (طاقة اقل تعني اكثر استقرارا أي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية) .

6 ـ لماذا لا يعتبر الشغل والحرارة دوال حالة ؟

لان قيم هذه الكميات تتغير كثيرا بتغير ظروف التجربة كذلك فأنها تعتمد على المسار والخطوات التي تم من خلالها التغيير .

7 ـ يمكن اعتبار حرارة التفاعل المقاسة في المسعر هي الانثالبي ؟

لان الحرارة المقاسة في المسعر تكون بثبوت الضغط ولان الانثالبي مرتبطة بدراسة كميات الحرارة تحت ضغط ثابت وعليه يمكن اعتبار $(q_P = \Delta H)$

8 ـ الانثالبية $(\Delta H)$ لا تستطيع تحديد تلقائية التفاعل ؟

لان هناك تفاعلات او تحولات ماصة للحرارة (+) ومع ذلك تكون تلقائية كما ان هناك تفاعلات باعثة (ـ) ولكنها غير تلقائية وهذا لا ينطبق مع مبدأ (تلقائي) ( $\Delta H = -$ ) (غير تلقائي $\Delta H = +$ )

9 ـ لا يمكن ان تقاس القيمة المطلقة للانتروبي ؟

كونها دالة حالة تعتمد قيمتها على الحالة الابتدائية والنهائية شانها شان الانثالبي $(\Delta H)$

10 ـ تعد طاقة كبس مؤشرا حقيقيا لتلقائية التفاعل من عدمها او (ذات أهمية كبيرة) ؟

لأنها تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل من عدمه بشكل ابسط من الاعتماد على استخدام الانثالبي $\Delta H$ والانتروبي $\Delta S$ كلا على انفراد وذلك من خلال تحديد اشارتها $\Delta G = -$ تلقائي $\Delta G = +$ غير تلقائي $\Delta G = 0$ حالة اتزان

11 ـ علاقة تروتن ذات فائدة كبيرة ؟

لأنها تفيدنا فى حساب انثالبى التبخر للسوائل من معرفة درجة غليانها

**سؤال** متى لا تؤثر درجة الحرارة على تلقائية او عدم تلقائية التفاعل ؟

**جواب**

| الحالة الاولى | الحالة الثانية |
|---|---|
| $\Delta H = +$ $\quad \Delta S = -$ | $\Delta H = -$ $\quad \Delta S = +$ |
| $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ | $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ |
| $\Delta G^0 = + \;\; - \;\; -$ | $\Delta G^0 = - \;\; - \;\; +$ |
| $\Delta G^0 = + \quad +$ | $\Delta G^0 = - \quad -$ |
| غير تلقائي في جميع درجات الحرارة | تلقائي في جميع درجات الحرارة |

**سؤال** تتكون قطرات من الماء على أوراق الأشجار وزجاج الشبابيك شتاءً وضح ذلك وفق علاقة كبس ؟

**جواب**

$\Delta G^0 = -$ لان التغير الفيزيائى يحدث تلقائيا

$\Delta H = -$ لان عملية التكثيف باعثة للحرارة

$\Delta S = -$ لتحول النظام من العشوائي (غاز) الى انتظام سائل

$$H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$$

T → منخفضة شتاءاً

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$\Delta G^0 = - \;\; \underbrace{- \;\; -}_{}$$

$$\Delta G^0 = - \quad +$$

نأخذ إشارة الكبير

$$\Delta G^0 = -$$

$T\Delta S < \Delta H$ تلقائي

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاء بلا حدود
A. M. Z

**سؤال**

احسب الطاقة الحرة القياسية لتكوين **HCl** من التفاعل الغازي :-

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

علما ان $\Delta S^0$ تساوي **20 J/K.mol** وان $\Delta H_f^0$ لـ **HCl** تساوي

**جواب**

- نجد $\Delta H_r^0$ من $\Delta H_f^0$

$$\Delta H_r^0 = \sum \underset{(P)}{n\ \Delta H_f^0} - \sum \underset{(R)}{n\ \Delta H_f^0}$$

$$\Delta H_r^0 = \underset{(P)}{\left[2(-92)\right]} - \underset{(R)}{\left[0+0\right]}$$

$$\Delta H_r^0 = -184\ KJ$$

- نعمل على تحويل $\Delta S$ بوحدات KJ

$$\Delta S = \frac{2\cancel{0}}{100\cancel{0}}$$

$$\Delta S = 0.02$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - \underset{(STP)}{T}\ \Delta S^0$$

$$\Delta G^0 = -184 - (298 \times 0.02)$$

$$\Delta G^0 = -184 - 5.96$$

$$\Delta G^0 = -189.96 \simeq -190$$

- والان نكتب علاقة كبس للتعويض ما وجد

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $H_2$ | + | $Cl_2$ | $\rightarrow$ | $2HCl$ | $\Delta G_r^0 = -190$ |
| $\Delta G_f^0 = 0$ | | $\Delta G_f^0 = 0$ | | $2(X)$ | |

- بعدها يتم حساب $\Delta G_f^0$ لـ HCl

$$\Delta G_r^0 = \sum \underset{(P)}{n\ \Delta G_f^0} - \sum \underset{(R)}{n\ \Delta G_f^0}$$

$$-190 = \underset{(P)}{\left[2(X)\right]} - \underset{(R)}{\left[0+0\right]}$$

$$-190 = 2X$$

$$\therefore X = \frac{-190}{2}$$

$$X = -95\ KJ/mol$$

**سؤال**

$\Delta G_f^0$ لـ $H_2O$ السائل تساوي $-237\ KJ/mol$ و $\Delta S^0 = -200\ J/K.mol$ بدرجة $25\ C^0$ احسب حرارة الاحتراق للهيدروجين من التفاعل الاتي :-

$$2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)}$$

**جواب**

نحسب أولا $\Delta G_r^0$ من $\Delta G_f^0$ للمكونات التفاعل

$$2H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)}$$

$$\Delta G_r^0 = \underset{(P)}{\sum n\ \Delta G_f^0} - \underset{(R)}{\sum n\ \Delta G_f^0}$$

$$\Delta G_r^0 = \underset{(P)}{[2(-237)]} - \underset{(R)}{[0+0]}$$

$$\Delta G_r^0 = -474\ KJ$$

بعدها نعوض علاقة كبس لإيجاد $\Delta H_f^0$ يسبقها تحول $\Delta S$ الى وحدات $KJ$

$$\Delta S = \frac{-2\cancel{00}}{10\cancel{00}}$$

$$\Delta S = -0.2$$

$$\Delta G^0 = \Delta H_r^0 - \underset{(STP)}{T}\ \Delta S_r^0$$

$$-474 = \Delta H_r^0 - (298 \times -0.2)$$

$$-474 = \Delta H_r^0 + 59.6$$

$$\Delta H_r^0 = -474 - 59.6$$

$$\Delta H_r^0 = -533.6$$

أخيرا بعد حساب $\Delta H_r^0$ للتفاعل نحسب $\Delta H_C^0$ لـ $H_2$ حيث يجب حساب مول واحد من المادة المحترقة وهي $H_2$

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_C^0 \times n$$

$$\therefore\ \Delta H_C^0 = \frac{\Delta H_r^0}{n}$$

$$\Delta H_C^0 = \frac{-533.6}{2}$$

$$\Delta H_C^0 = -266.8\ KJ/mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال**

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لكل من الماء السائل والجليد $(-292\ ,\ -286)\text{KJ/mol}$ على التوالي احسب انتروبي انصهار الجليد ؟

**جواب**

$$1-\ H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_f^0 = -286$$

$$2-\ H_{2\,(g)} + \frac{1}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H_f^0 = -292$$

نكتب معادلة التكوين

المطلوب هو معادلة انصهار الجليد $\boxed{H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}}$

ويتم ذلك بقلب معادلة رقم 2 وهي

$$1-\ \cancel{H_2}_{(g)} + \cancel{\frac{1}{2}O_2}_{(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_f^0 = -286$$

$$2-\ H_2O_{(S)} \rightarrow \cancel{H_2}_{(g)} + \cancel{\frac{1}{2}O_2}_{(g)} \qquad \Delta H_f^0 = +292$$

---

وبعد حساب انثالبي الانصهار للماء وهي حالة الاتزان لأنها تمثل $\boxed{T_m}$ درجة انصهار

أي ان $\Delta G = 0$

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H^0_{fus} = +6$$

$$\therefore T\Delta S^0 = \Delta H^0$$

$$\Delta S^0 = \frac{\Delta H^0}{T}$$

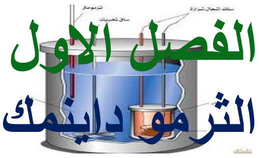
$$\Delta S^0 = \frac{+6}{273}$$

$$\Delta S^0 = 0.03\ \text{KJ/K.mol}$$

$$\Delta S^0 = 0.03 \times 1000$$

$$\Delta S^0 = 30\ \text{J/K.mol}$$

درجة انصهار الماء هي من الثوابت لا تعطى للطالب وهي $0\ C^o$ أي $273\ K$



**سؤال دور اول وزاري 1992**

جد انثالبي تحول الفسفور الأبيض من صلب الى غاز من المعلومات الاتية :-

$$\underset{(S)}{P_4} + 5\underset{(g)}{O_2} \rightarrow \underset{(S)}{P_4O_{10}} \qquad \Delta H^0 = -3005\ KJ$$

$$\underset{(g)}{P_4} + 5\underset{(g)}{O_2} \rightarrow \underset{(S)}{P_4O_{10}} \qquad \Delta H^0 = -3018\ KJ$$

**الحل**

نكتب المعادلة المطلوبة $\Delta H_r^0 = ?$

$$\boxed{\underset{\text{صلب}}{P_4} \longrightarrow \underset{\text{غاز}}{P_4}}$$

وذلك بقلب المعادلة الثانية

$$1 - \underset{(S)}{P_4} + \cancel{5\underset{(g)}{O_2}} \rightarrow \cancel{\underset{(S)}{P_4O_{10}}} \qquad \Delta H_r^0 = -3005\ KJ$$

$$2 - \cancel{\underset{(S)}{P_4O_{10}}} \rightarrow \underset{(g)}{P_4} + \cancel{5\underset{(g)}{O_2}} \qquad \Delta H_r^0 = +3018\ KJ$$

---

$$\underset{(S)}{P_4} \rightarrow \underset{(g)}{P_4} \qquad \Delta H_r^0 = +13\ KJ$$

**سؤال دور اول وزاري 2002**

احسب $\Delta S^0$ للتفاعل الغازي في درجة حرارة $25\ C^0$

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ علما ان $\Delta H_f^0$ لبخار الماء $-242\ KJ/mol$ و $\Delta G_f^0$ لبخار الماء $-229\ KJ/mol$ ؟

**الحل**

يجب ان نحسب أولا $(\Delta H_r^0)$ و $(\Delta G_r^0)$

$T = 25 + 273$

$T = 298\ K$

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$\Delta H_r^0 = \sum n\ \underset{(P)}{\Delta H_f^0} - \sum n\ \underset{(R)}{\Delta H_f^0}$$

$$\Delta H_r^0 = 2 * -242 - 0 \Rightarrow \Delta H_r^0 = -484\ KJ$$

$$\Delta G_r^0 = \sum n\ \underset{(P)}{\Delta G_f^0} - \sum n\ \underset{(R)}{\Delta G_f^0}$$

$$\Delta G_r^0 = 2 * -229 - 0 \Rightarrow \Delta G_r^0 = -458\ KJ$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$-458 = -484 - (298 * \Delta S^0)$$

$$298 * \Delta S^0 = -484 + 458$$

$$\Delta S^0 = \frac{-26}{298} = -0.087\ KJ/mol$$

رحلة التفوق في السادس
الله اكبر
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال دور ثاني وزاري 1995**

اذا علمت ان حرارة احتراق البيوتان $(C_4H_{10})$ تساوي $(-2878.5\ KJ/mol)$ عندما يعطي $CO_2$ وسائل الماء ولكنها $(-2658.5\ KJ/mol)$ عندما يعطي، $CO_2$ وبخار الماء جد حرارة تبخر الماء ؟

**الحل**

نكتب معادلة الاحتراق لكليهما

$$1-\underset{(g)}{C_4H_{10}}+\frac{13}{2}\underset{(g)}{O_2}\longrightarrow\underset{(g)}{4CO_2}+\underset{(L)}{5H_2O}\qquad \Delta H_r^0=-2878\ KJ$$

$$2-\underset{(g)}{C_4H_{10}}+\frac{13}{2}\underset{(g)}{O_2}\longrightarrow\underset{(g)}{4CO_2}+\underset{(g)}{5H_2O}\qquad \Delta H_r^0=-2658.5\ KJ$$

## نكتب المعادلة المطلوبة

$$\underset{(L)}{H_2O}\longrightarrow\underset{(g)}{H_2O}$$

وذلك بقلب المعادلة الأولى

$$\underset{(g)}{\cancel{4CO_2}}+\underset{(L)}{5H_2O}\longrightarrow\underset{(g)}{\cancel{C_4H_{10}}}+\cancel{\frac{13}{2}}\underset{(g)}{O_2}\qquad \Delta H_r^0=+2878\ KJ$$

$$\underset{(g)}{\cancel{C_4H_{10}}}+\cancel{\frac{13}{2}O_2}_{(g)}\longrightarrow\underset{(g)}{\cancel{4CO_2}}+\underset{(g)}{5H_2O}\qquad \Delta H_r^0=-2658.5\ KJ$$

---

$$\underset{(L)}{5H_2O}\longrightarrow\underset{(g)}{5H_2O}\qquad \Delta H_r^0=+220\,KJ$$

نقسم المعادلة على (5) للحصول على تبخر مول واحد

$$\underset{(L)}{H_2O}\longrightarrow\underset{(g)}{H_2O}\qquad \Delta H_r^0=\frac{220}{5}=44\ KJ$$

## سؤال دور اول وزاري 2005

$\Delta H^0$ لانصهار الجليد يساوي 6 بوحدات KJ/mol احسب $\Delta S^0$ لانصهاره ؟

### الحل

نكتب معادلة انصهار الجليد $H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$

يحدث الانصهار عند $(0\ C^0)$ (اتزان)

$$T = 0 + 273$$

$$T = 273\ K$$

$$\Delta S_{fus} = \frac{\Delta H_{fus}}{T}$$

$$\Delta S_{fus} = \frac{6}{273}$$

$$\Delta S_{fus} = 0.022\ KJ/K.mol \Rightarrow \Delta S_{fus} = 22\ J/K.mol$$

## سؤال دور ثاني وزاري 2005

عند حرق $(1.6\ g)$ من غاز الميثان انبعثت حرارة مقدارها $(89.015\ KJ)$ ، احسب انثالبية التكوين القياسية للميثان علما انثالبية التكوين القياسية لكل من $CO_2, H_2O$ تساوي $(-393.5, -286)$ بوحدات KJ/mol علما ان الكتل الذرية لـ $(H = 1, C = 12)$ ؟

### الحل

نحسب أولا مولات غاز الميثان

$$M = 12 + 4 = 16\ g/mol$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{1.6}{16} = 0.1\ mol$$

| $q = \Delta H$ | n |
|---|---|
| 98.015 | 0.1 |
| X | 1 |

$$X = \frac{-89.015}{0.1} = -890.15\ KJ$$

نكتب معادلة احتراق الميثان

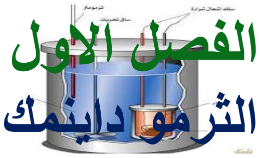
$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \qquad \Delta H^0_C = \Delta H^0_r = -890.15$$

$$\Delta H^0_r = \sum n\ \underset{(P)}{\Delta H^0_f} - \sum n\ \underset{(R)}{\Delta H^0_f}$$

$$-890.15 = \left[(2 * -286) + (-393.5)\right] - \left[\Delta H^0_f + 0\right]$$

$$\underset{CH_4}{\Delta H^0_f} = -573 - 393.5 + 890.15$$

$$\underset{CH_4}{\Delta H^0_f} = -966.5 + 890.15 = -76.35\ KJ/mol$$



**سؤال دور ثاني وزاري 2011**

احسب ب $\Delta S^0$ للتفاعل الاتي عند درجة حرارة $25\ C^0$ اذا علمت ان $\Delta H_f^0$ لغاز $HF = (-237)$ و $\Delta G_f^0$ لغاز $HF = (-275)$ بوحدات $KJ/mol$ للتفاعل $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$

**الحل**

$$H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$$

$$T = 25 + 273$$

$$T = 298\ K$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$\Delta H_r^0 = \sum n \underset{(P)}{\Delta H_f^0} - \sum n \underset{(R)}{\Delta H_f^0}$$

$$\Delta H_r^0 = 2 * 273 - 0 \Rightarrow \Delta H_r^0 = -546\ KJ$$

$$\Delta G_r^0 = \sum n \underset{(P)}{\Delta G_f^0} - \sum n \underset{(R)}{\Delta G_f^0}$$

$$\Delta G_r^0 = 2 * 275 - 0 \Rightarrow \Delta G_r^0 = -550\ KJ$$

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$$

$$-550 = -546 - (298\Delta S^0) \Rightarrow 298\Delta S^0 = -546 + 550$$

$$\Delta S^0 = \frac{4}{298} = 0.013\ KJ/mol$$

**سؤال خارجي**

اذا علمت ان حرارة تبخر الامونيا تساوي $23.3$ وان انتروبي التبخر لها $97.2\ J/K.mol$ احسب درجة غليان الامونيا عندما تكون الامونيا السائلة في حالة اتزان مع بخارها ؟

**الحل**

نكتب معادلة تبخر الامونيا $\Delta H_{vip}^0 = 23.3$ $NH_{3(L)} \rightleftharpoons NH_{3(g)}$

لأنها درجة غليان $T_P$ وهي حالة التبخر اذا هي حالة اتزان أي ان $\Delta G = 0$

$$T\Delta S = \Delta H$$

نعمل على تحول وحدة الانتروبي الى $K\ J$

$$\Delta S = \frac{97.2}{1000}$$

$$\Delta S = 0.0927\ KJ/mol$$

$$\therefore T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \Rightarrow T = \frac{23.3}{0.0792}$$

$$T = 239.7\ K$$

أخيرا يجب تحويل درجة الحرارة الى مقياسها السليزي حتى اذا لم يطلب ذلك

$$T = t_C + 273$$

$$t_C = T_{K^0} - 273$$

$$t_C = 239 - 273$$

$$t_C = -34\ C^0$$

**سؤال خارجي**

اذا علمت ان انتروبي التبخر للميثانول تساوي 111 J/K.mol وان حرارة تبخره 37.4 KJ/mol احسب درجة غليانه ؟

**الحل**

$$\Delta S_{vap} = \frac{111}{1000}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.111 \ \ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$$

$$0.111 = \frac{37.4}{T}$$

$$T = \frac{37.4}{0.111}$$

$$T = 337 \ \ K$$

$$t = 337 - 273$$

$$t = 64 \ \ C^{0}$$

الـتفوق رحلة الله اكبر
في السادس
عطاءٌ بلا حدود
A. M. Z

**سؤال خارجي**

احسب انثالبي التبخر للماء في درجة غليانه اذا علمت ان حرارة تكوين سائل الماء تساوي −286 KJ/K وحراة تكوين بخار الماء تساوي −242 KJ/mol

**الحل**

$$\underset{L}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{g}{H_2O}$$

$$\Delta H_r^0 = \sum_{P} n\Delta H_f^0 - \sum_{R} n\Delta H_f^0$$

$$\Delta H_r^0 = [-242] - [-286]$$

$$\Delta H_r^0 = -242 + 286$$

$$\Delta H_r^0 = +44 \ \ KJ/mol$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T}$$

$$T = 100 + 273$$

$$T = 373 \ \ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{44}{373}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118 \ \ KJ/mol \Rightarrow \Delta S_{vap} = 118 \ \ J/mol$$

**سؤال دور ثاني وزاري 2005**

يستخلص السليكون باختزال اوكسيده حسب التفاعل التالي الماص للحرارة $SiO_{2(s)} + 2C_{(s)} \rightarrow Si_{(s)} + 2CO_{(g)}$ فسر تلقائية التفاعل ؟

**الحل**

$\Delta G = -$ تلقائي

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ لا نه تحول من صلب الى غاز

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = \ + \ < \ -$$

$$\Delta G = -$$

تلقائي برفع درجة الحرارة

**سؤال دور ثاني وزاري 2006 دور اول 2010**

لا يحصل تفكك كاربونات الكالسيوم الماص لحرارة في درجات الحرارة الاعتيادية ؟ علل ذلك ؟

**الحل**

$\Delta G = +$ غير تلقائي

$\Delta H = +$ ماص للحرارة

$\Delta S = +$ لا نه تفاعل فيه زيادة في عدد المولات

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = \ + \ > \ -$$

$$\Delta G = +$$

غير تلقائية في درجات الحرارة الاعتيادية

**سؤال دور ثاني وزاري 2005**

بين متى يكون لزيادة درجة الحرارة تأثير على تلقائية وعدم تلقائية التفاعل بالاستناد الى علاقة كبس

**الحل**

أولا

$\Delta H = +$ ماص

$\Delta S = +$ عشوائي

$$\Delta G = \overset{+}{\Delta H} - \overset{+}{T\Delta S}$$

$- = + < -$ تلقائي برفع درجة الحرارة

$+ = + > -$ غير تلقائي بخفض درجة الحرارة

---

ثانيا

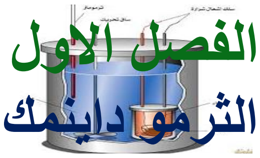
$\Delta H = -$ باعث

$\Delta S = -$ نظام

$$\Delta G = \overset{+}{\Delta H} - \overset{+}{T\Delta S}$$

$- = - < +$ تلقائي بخفض درجة الحرارة

$+ = - > +$ غير تلقائي برفع درجة الحرارة



**سؤال دور ثاني وزاري 2008**

ذوبان خلات الصوديوم في الماء تلقائي ومصحوب بامتصاص حرارة ؟ كيف تفسر تلقائية هذا التفاعل استنادا الى علاقة كبس؟

**الحل**

تلقائي $\Delta G = -$

ماص للحرارة $\Delta H = -$

لا نه تحول من صلب الى غاز $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = + < -$

$\Delta G = -$ تلقائي برفع درجة الحرارة

**سؤال دور اول وزاري 2011**

هل التفاعل التالي الماص للحرارة تلقائي برفع ام بخفض درجة الحرارة ؟

$$NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$$

**الحل**

تلقائي $\Delta G = -$

ماص للحرارة $\Delta H = +$

لا نه تحول من صلب الى غاز $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = + < -$

$\Delta G = -$
تلقائي برفع درجة الحرارة

**سؤال دور ثاني وزاري 2011**

لا يتجزأ الماء في درجة الحرارة الاعتيادية عندما

$\Delta H > T\Delta S$ $\Delta H < T\Delta S$ $\Delta H = T\Delta S$

**الحل**

غير تلقائي (لا يتجزأ) $\Delta G = +$

لأنه تفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$

لأنه تفاعل فيه زيادة عدد المولات $\Delta S = +$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = + > -$

$\Delta G = \Delta H > T\Delta S$

$\Delta G = +$

غير تلقائي

## تعاليل ومسائل واجب

1 ـ ذوبان خلات الصوديوم في الماء تلقائي ويصحبه امتصاص حرارة (علاقة كبس)

2 ـ ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة (علاقة كبس) ؟

3 ـ زيادة العشوائية تحبذ تلقائية التفاعل ؟

4 ـ عملية انجماد الماء غير تلقائية بالظروف الاعتيادية ؟

5 ـ يستخلص السيليكون باختزال اوكسيده حسب التفاعل الماص للحرارة ؟ فسر تلقائية التفاعل

$$SiO_{2(s)} + 2C_{(s)} \rightarrow Si_{(s)} + 2CO_{(g)}$$

6 ـ التفاعل التالي الماص للحرارة $NH_4Cl_{(s)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + HCl_{(g)}$ تلقائي برفع ام بخفض درجة الحرارة ؟

---

**سؤال1/** احسب حرارة تفكك غاز HCl في $25\ C^0$ اذا علمت ان $\Delta G_f^0$ لـ $-95.3\ KJ/mol = HCl$ و $10\ J/K.mol = \Delta S$ للتفاعل $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow HCl$

**الجواب** +92.32

---

**سؤال2/** $\Delta S^0$ لانصهار الجليد تساوي $22\ J/K.mol$ احسب $\Delta H^0$ لانصهاره ؟

**الجواب** +6 KJ

---

**سؤال3/** احسب حرارة التكوين القياسية لـ (CO) وثم حرارة احتراقه اذا علمت ان $\Delta H_f^0$ لـ $-393.5\ KJ/mol = CO_2$ وان حرارة التفاعل التالي هي

$$2CO + O2 \rightarrow 2CO_2 \qquad \Delta H_r^0 = -566\ KJ/mol$$

**الجواب** $\Delta H_f^0 = -110.5$ $\Delta H_C^0 = -283$

---

**سؤال4/ مهم جدا** احسب التغير في الطاقة الحرة للتفاعل $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ في درجة حرارة $298\ K$ وفي درجة $(1000\ C^0)$ اذا علمت ان التغير في انثالبي هذا التفاعل يساوي $+178.5\ KJ/mol$ والتغير في الانتروبي $(160\ J/K.mol)$ وبين تلقائية التفاعل من عدم تلقائية التفاعل في كلتا الدرجتين الحراريتين

**غير تلقائي** $\Delta G^0 = +130.82$ **تلقائي** $\Delta G^0 = -25.18\ KJ/mol$

# مساعد الطالب في مادة الكيمياء للصف السادس الأحيائي

## خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

## إعداد الأستاذ المبدع

# حيدر يحيى علوان

الكيمياء
للسادس الأحيائي
الفصل الأول : الثرموداينمك
الفصل الثاني
الأتزان الكيميائي
الفصل الثالث : الأتزان الأيوني
الفصل الرابع
الكيمياء الكهربائية
الفصل الخامس
الكيمياء التناسقية
الفصل السادس
الكيمياء التحليلية
الفصل السابع
الكيمياء العضوية
الفصل الثامن
الكيمياء الحياتية
إعداد الأستاذ
حيدر يحيى علوان
خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس
رحلة التفوق في السادس
@rt_edu
@A_M_Z_F

لمتابعتنا على مواقع التواصل الأجتماعي

رحلة التفوق في السادس @rt_edu

رحلة التفوق في السادس @A_M_Z_F